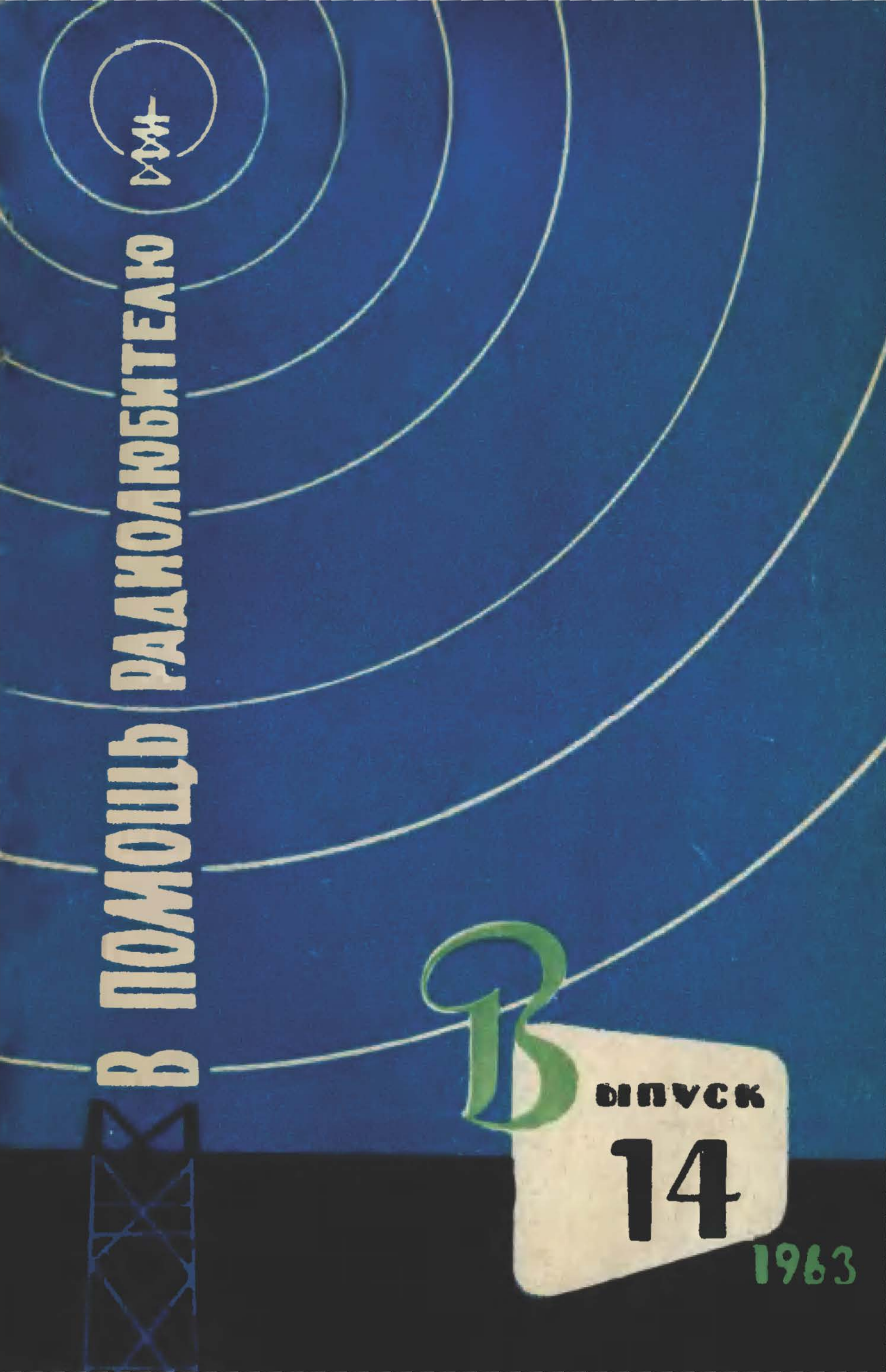

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
ВЫПУСК
14
1963

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 14

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1963

Сборники «В помощь радиолюбителю» Издательство ДОСААФ выпускает совместно с Центральным радиоклубом ДОСААФ.

В этих сборниках имеются описания любительских конструкций приемной, звукозаписывающей, усилительной, измерительной, телевизионной, КВ и УКВ аппаратуры, а также различные справочные и расчетные материалы.

Начиная с выпуска № 10 в сборниках помещаются также материалы по тематике бывшей «Библиотеки журнала «Радио».

Брошюры серии «В помощь радиолюбителю» рассчитаны на широкие круги радиолюбителей.

КАРМАННЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ «ЦС-2» И «ЦС-3»

А. Перелыгин

Московская фабрика культтоваров Центросоюза подготовила к выпуску новые модели карманных радиоприемников «ЦС-2» и «ЦС-3».

Радиоприемник «ЦС-2» является карманным аппаратом на транзисторах, питается от батареи КБС-Л0,5 от карманного фонаря. Приемник сохраняет работоспособность при напряжении питания от 2 до 4,5 *в*, потребляя ток от 10 до 30 *ма*, что соответствует сроку службы батареи в среднем 40—50 час. Размеры приемника 108×75×33 *мм*, вес 285 *г*.

Приемник собран по схеме прямого усиления на пяти транзисторах и одном диоде (рис. 1). Транзисторы T_1 и T_2 работают в каскадах усиления высокой частоты. Детектор выполнен на полупроводниковом диоде $Д_1$. Транзисторы T_3 и T_2 служат для усиления низкой частоты, причем транзистор T_2 используется в рефлексной схеме, т. е. служит одновременно для усиления сигнала по высокой и низкой частоте.

Оконечный каскад выполнен по двухтактной схеме на транзисторах T_4 и T_5.

Входной контур выполнен на стержне ферритовой антенны с магнитной проницаемостью 600—800, диаметром 8 *мм*, длиной 104 *мм* и имеет две катушки L_1 и L_2 по 150 витков. Катушки намотаны внавал и разбиты каждая на три секции по 50 витков. Между катушками L_1 и L_2 располагается обмотка катушки связи L_3, намотанная виток к витку и содержащая 6—8 витков. Переменный конденсатор C_1 с твердым диэлектриком, состоит из трех неподвижных статорных и двух подвижных роторных пластин. Емкость конденсатора изменяется в пределах от 5 до 150 *пф*. Конденсатор вращается в любую сторону без ограничений и работает при одном по-

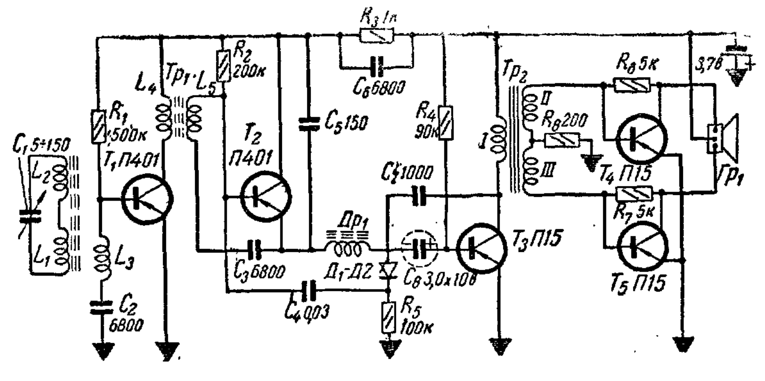


Рис. 1

луобороте для настройки контура средневолнового диапазона (от 340 до 800 *м*) и при втором полуобороте для настройки контура длинноволнового диапазона (от 500 до 1 800 *м*). Переключение диапазонов происходит автоматически с установкой цифры шкалы против стрелки указателя. При работе в диапазоне средних волн катушки L_1 и L_2 включаются параллельно, а при работе в диапазоне длинных волн — последовательно. Обе катушки наматываются в одну сторону и присоединяются к выводам переключателя, как показано на рис. 2.

Переключение контактов осуществляется с помощью эксцентрика на внешней окружности рукоятки настройки приемника.

Сопротивления R_1, R_2, R_4 допускают отклонения до 10% и в схеме не подбираются; все конденсаторы, за исключением C_5 и C_7, взяты наименьшей емкости и при налаживании приемника желательно их изменять только в сторону увеличения. Конденсатор C_5 — подстроечный; емкость его можно менять в пределах от 150 до 250 *пф*. Конденсатор C_7 устанавливать необязательно, так как величина его емкости влияет только на высоту тона.

Трансформатор $Тр_1$ и дроссель $Др_1$ намотаны на ферритовых кольцах диаметром 8—10 *мм* с магнитной проницаемостью 800—1 000. Намотка рассредоточивается по всей окружности кольца. Катушка L_4 имеет 40 витков, катушка L_5 — 8 витков, катушка $Др_1$ — 80—200 витков. Сечение провода для катушек существенного значения на работу приемника не оказывает, но в целях

удобства монтажа и сохранности изоляции желательно применять провод ПЭЛШО сечением от 0,1 до 0,15 *мм*.

Трансформатор $Тр_2$ намотан на сердечнике из ленточного пермаллоя толщиной 0,05 *мм*, но применение более толстой ленты особых изменений в работу трансформатора не вносит. Сечение сердечника 3,5×6 *мм*. Остальные размеры указаны на рис. 3.

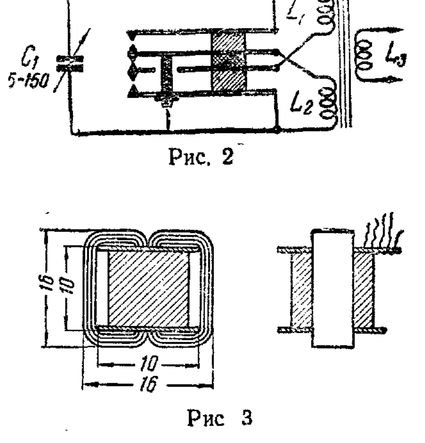


Рис. 2

Рис 3

Обмотка *I* имеет 1 500 витков провода ПЭ сечением 0,05—0,06 *мм*, обмотки *II* и *III* — по 150 витков провода ПЭ 0,08 — 0,09 *мм*.

В качестве громкоговорителя используется капсюль микрофона ДЭМШ-1 со средней точкой, поэтому нет необходимости устанавливать выходной трансформатор. Изготовление громкоговорителя неоднократно описано в радиолюбительской литературе. В журнале «Радио» № 10 за 1959 год описан громкоговоритель приемника «ЦС-1»; принципиальным отличием громкоговорителя в схеме «ЦС-2» является только вывод средней точки.

Приемник «ЦС-2» монтируется на плате из гетинакса или текстолита толщиной 1,2 *мм*, размером 34×60 *мм* (рис. 4).

Настройка производится обычным способом. Ее следует начинать с подбора сопротивлений R_6 и R_7. Эти сопротивления заменяют переменными и, изменяя их величину, устанавливают токи коллекторов этих транзисторов (8—9 *ма*). Миллиамперметр включают поочередно в разрыв цепи коллекторов выходных транзисторов $Т_4$ и $Т_5$.

После подгонки режима выходного каскада по коллекторному току следует включить приемник и установить режим работы выхода в классе «Б». Для этого сопротивление R_8 заменяют переменным и устанавливают ток покоя 10—12 *ма*. Затем, настроив приемник на станцию, устанавливают максимальный ток до 30—35 *ма*.

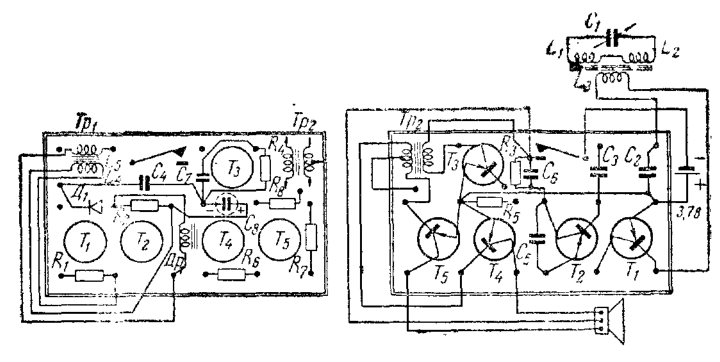


Рис. 4

Транзисторы следует подбирать по коэффициенту усиления по току β. Этот коэффициент должен быть у транзистора T_1 от 30 до 60, у транзистора T_2 — от 30 до 60 (если этот транзистор П-401, но от 50 до 100, если транзистор П-15), у транзистора T_3 — от 50 до 70 и у транзисторов T_4 и T_5 — от 30 до 40. Однако не следует считать, что транзисторы с коэффициентом β выше и ниже указанного непригодны. Эти транзисторы потребуют только изменения величин сопротивлений, приведенных на принципиальной схеме.

Изменением сопротивлений R_4 и R_5 устанавливается ток коллекторов в транзисторах T_2 и T_3 в пределах 0,2—0,4 *ма*. На этом регулировка приемника заканчивается, но в связи с большими отклонениями и допусками, обычно встречающимися в деталях, имеющихся в распоряжении радиолюбителей, даже после основной регулировки возможно возбуждение по высокой частоте. Возбуждение легко устраняется изменением сопротивления R_3.

После настройки приемника может оказаться, что при работе на различных частотах громкость приема будет меняться. Это легко устраняется увеличением числа витков на дросселе высокой частоты и емкости конденсатора C_5, если ослаблен прием на длинных волнах, или уменьшением этих величин, если хуже идет прием в диапазоне средних волн. Аналогичное явление может произойти, если ферритовое кольцо трансформатора Tp_1 взято плохого качества. В этом случае следует заменить кольцо и перемотать трансформатор.

Радиоприемник «ЦС-3» по схеме совершенно ничем не отличается от «ЦС-2»; разница заключается лишь во внешнем оформлении н капсюль ДЭМШ-1 заменен низкоомным громкоговорителем с выходным трансформатором. В качестве магнита в этом громкоговорителе используется ферритовая пластинка диаметром 12 *мм* и толщиной 4 *мм*. Такие небольшие габариты магнита дают возможность изготовить очень маленький громкоговоритель, всего 12 *мм* по высоте и 50 *мм* в диаметре с частотной характеристикой от 80 до 15 000 *гц*. Выходной трансформатор аналогичен переходному. Размер его сердечника увеличен до 5×6 *мм*. Обмотки содержат: две по 500 витков, намотанных проводом ПЭ 0,08 *мм*, и одна 80 витков, намотанная проводом ПЭ 0,15 *мм*. Настройка приемника «ЦС-3» ничем не отличается от настройки приемника «ЦС-2».

ЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР НА ТРАНЗИСТОРАХ
Разработка лаборатории ЦРК

М. Балашов

Радиоизмерительные приборы, предназначенные для походной лаборатории или для сельских неэлектрифицированных районов, должны быть достаточно малогабаритными и экономичными. Наибольший интерес представляет в этом отношении аппаратура, собранная на транзисторах. Однако последние обладают рядом недостатков, затрудняющих их использование в измерительной аппаратуре. К таким недостаткам в низкочастотных приборах можно отнести зависимость параметров от изменения температуры, низкие входные сопротивления, малую стабильность работы в режиме микротоков, нелинейность характеристик при малых токах базы и др.

Перечисленные выше недостатки затрудняют изготовление ряда приборов, по качеству работы не уступающих сложным ламповым конструкциям, особенно если предъявляется требование максимальной экономичности, простоты и малых габаритов.

Рассмотрим некоторые вопросы, возникающие при конструировании RC генераторов с плавным диапазоном на транзисторах. Возьмем для примера генератор с реостатно-емкостной обратной связью (рис. 1).

Основная трудность при конструировании такого генератора, потребляющего от источника питания 10—30 *мвт*, состоит в стабилизации амплитуды колебаний.

Дело в том, что меры стабилизации, применяемые в ламповых или полупроводниковых приборах (использование лампочек накаливания и термистеров), потребляющих большую мощность, в данном случае неприемлемы, так как указанные стабилизирующие элементы требуют для своей работы значительных мощностей. Использование для стабилизации амплитуды системы АРУ, сдвигаю-

щей рабочую точку одного из каскадов, также не дает желаемого результата, так как при такой регулировке появляются значительные нелинейные искажения.

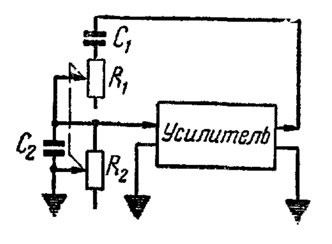


Рис. 1.

Наиболее эффективно амплитуда колебаний стабилизируется изменением величины отрицательной обратной связи, однако из-за малой потребляемой мощности применение автоматической регулировки величины обратной связи вызывает значительное усложнение схемы.

Рассмотрим причины, вызывающие изменение амплитуды колебаний при изменении частоты.

Первая причина — изменение коэффициента передачи напряжения усилителя при изменении частоты. Для получения малых нелинейных искажений обычно работа ведется на пороге генерации, поэтому изменение коэффициента усиления даже на один процент вызывает значительное изменение величины обратной связи и соответственно амплитуды колебаний. Изготовить усилитель с такой равномерной частотной характеристикой довольно трудно даже на лампах; на транзисторах эта задача усложняется еще больше, так как последние имеют низкие входные сопротивления и большие входные емкости.

Вторая причина, вызывающая неравномерность амплитуды колебаний по диапазону, заключается в изменении коэффициента передачи цепочки $C_1R_1C_2R_2$ при регулировке частоты. Коэффициент передачи этой цепочки будет сохраняться постоянным, если будут соблюдены условия: при перемещении ползунка сопротивления R_1R_2 отношение $\frac{R_1}{R_2}$ остается неизменным; выходное сопротивление усилителя много меньше сопротивления цепочки $C_1C_2R_1R_2$ на любой частоте; входное сопротивление усилителя в сотни раз больше максимальной величины сопротивления R_2.

Понятно, что соблюсти эти условия в генераторе на транзисторах довольно сложно, тем более, что радиолюбитель не всегда имеет возможность изготовить высококачественное спаренное переменное сопротивление.

Однако во многих случаях радиолюбителя могут удовлетворить упрощенные приборы, достаточно простые в изготовлении и налаживании и не требующие дефицитных деталей.

Ниже описывается экономичный звуковой генератор, собранный на пяти транзисторах, который может помочь радиолюбителю в налаживании различных низкочастотных конструкций.

Генератор перекрывает диапазон частот 25 *гц*—30 *кгц*, который разбит на три поддиапазона: 25—450 *гц*; 400—4 500 *гц*; 3—30 *кгц*. Наибольшее напряжение звуковой частоты, снимаемое с генератора, 2 *в*, наименьшее — 0,2 *мв*. Коэффициент нелинейных искажений зависит от уровня сигнала на выходе, который устанавливается ручкой «Амплитуда» плавно. При максимальном напряжении на выходе, равном 2 *в*, нелинейные искажения могут достигать 5%, при напряжении 1 *в* — 2%; при дальнейшем уменьшении выходного напряжения искажения еще больше уменьшаются.

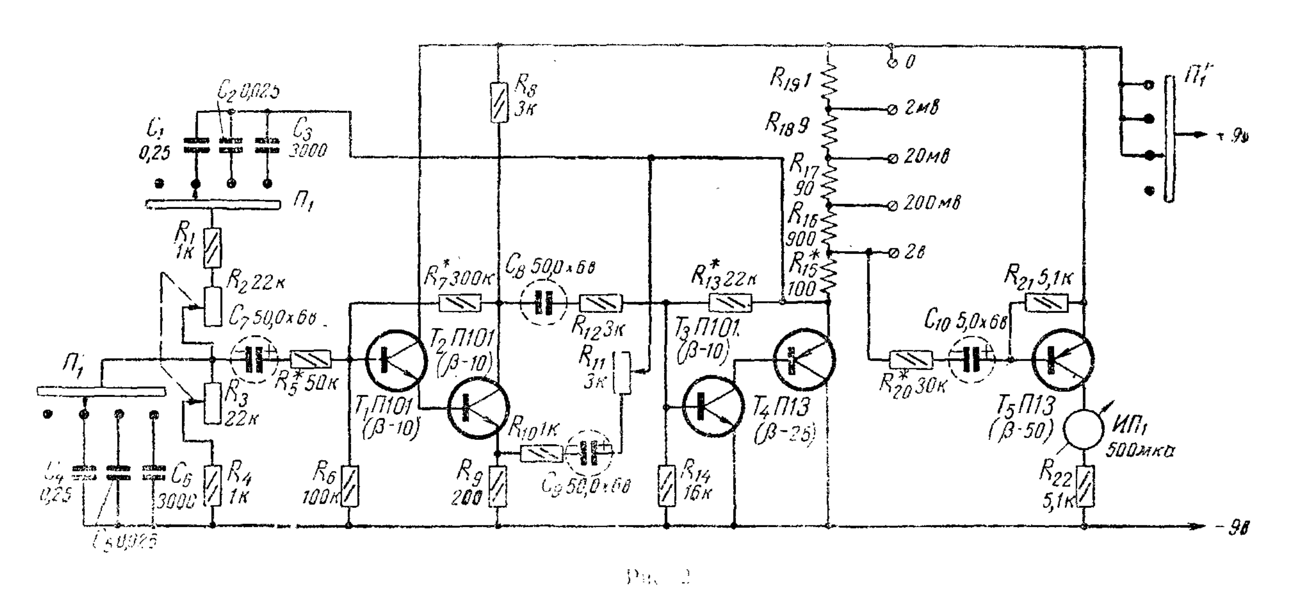
Напряжение питания 9 *в* (две батареи КБС), потребляемый ток 6 *ма*.

Принципиальная схема генератора изображена на рис. 2. Генератор состоит из каскада возбудителя, собранного на триодах T_1, T_2, T_3, T_4, и измерительного каскада на триоде T_5.

Возбудитель представляет собой четырехкаскадный усилитель с реостатно-емкостной обратной связью.

Первый каскад для повышения входного сопротивления собран по схеме с общим коллектором на триоде T_1. Для повышения равномерности усиления по диапазону и увеличения входного сопротивления на входе каскада последовательно с конденсатором C_7 включено сопротивление R_5, которое значительно компенсирует изменение емкостного сопротивления конденсатора в зависимости от частоты. Конденсатор C_7 необходим для обеспечения постоянства рабочей точки триода при регулировке частоты.

Для повышения температурной стабильности смещение на базу T_1 применено автоматическое и подается из цепи коллектора следующего каскада. Рабочая точка устанавливается сопротивлениями R_6, R_7 и подбирается при налаживании изменением сопротивления R_7.



C1 0,25
C2 0,025
C3 3000
П1
R1 1к
R2 22к
C7 50,0x6в
П'1
R3 22к
R*5 50к
R4 1к
C4 0,25
C5 0,025
C6 3000
R6 100к
T1 П101 (β-10)
R*7 300к
R8 3к
T2 П101 (β-10)
R9 200
R10 1к
C8 50,0x6в
R12 3к
R11 3к
C9 50,0x6в
R*13 22к
T3 П101 (β-10)
R14 16к
T4 П13 (β-25)
R19 1
R18 9
R17 90
R16 900
R*15 100
0
2мв
20мв
200мв
2в
R*20 30к
C10 5,0x6в
R21 5,1к
T5 П13 (β-50)
ИП1 500мка
R22 5,1к
П''1
+9в
-9в

Рис. 2

Второй каскад собран по схеме с заземленным эмиттером. Для повышения температурной стабильности и уменьшения нелинейных искажений в цепи эмиттера T_2 включено сопротивление R_9, на которое подается напряжение отрицательной обратной связи выходного каскада усилителя.

Третий каскад также собран по схеме с общим эмиттером на транзисторе T_3, причем нагрузкой в цепи коллектора служит сопротивление база — эмиттер T_4.

Смещение на базу триода автоматическое и подается с последующего каскада при помощи сопротивлений R_{13}, R_{14}. Такое включение обеспечивает повышение температурной стабильности обоих каскадов.

Напряжение раскачки подается на базу триода T_3 с коллектора триода T_2 через разделительный конденсатор C_8 и выравнивающее сопротивление R_{12}.

Четвертый каскад для уменьшения выходного сопротивления собран по схеме с общим коллектором. Нагрузкой каскада в цепи эмиттера служат декадный аттенюатор R_{16}—R_{19} и сопротивление R_{15}. С нагрузки эмиттерного повторителя через конденсаторы C_1, C_2 или C_3 подается напряжение положительной обратной связи на вход первого каскада усиления, а через цепочку $R_{11}C_9R_{10}$ — напряжение отрицательной обратной связи. Величина отрицательной обратной связи может регулироваться сопротивлением R_{11}. Конденсатор C_9 — разделительный; сопротивление R_{10} ограничивает диапазон регулировки сопротивления R_{11} в области срыва колебаний. Одновременно сопротивление R_{11} служит для плавной регулировки выходного напряжения. Преимущество такого способа регулировки состоит в том, что при малой амплитуде (большой отрицательной обратной связи) уменьшаются нелинейные искажения.

Аттенюатор состоит из четырех эталонных сопротивлений, которые припаяны к пяти выходным гнездам. На первом гнезде максимальное напряжение достигает 2 *в*, на втором — 0,2 *в* и на каждом последующем понижается в десять раз. Низкоомный выход в области низких напряжений (1 *ом* на 2 *мв* и 10 *ом* на 20 *мв*) ослабляет влияние различных наводок на аттенюатор, что позволило значительно упростить конструкцию прибора.

Следует учесть, что при включении аттенюатора, показанном на рис. 2, на делителе, кроме переменной состав-

ляющей напряжения, всегда будет и постоянная составляющая. Это не является существенным недостатком, так как в большинстве случаев на входе каждого усилителя НЧ имеется свой разделительный конденсатор; непосредственное включение аттенюатора в цепь эмиттера позволило обойтись без разделительного конденсатора емкостью в несколько сот микрофарад.

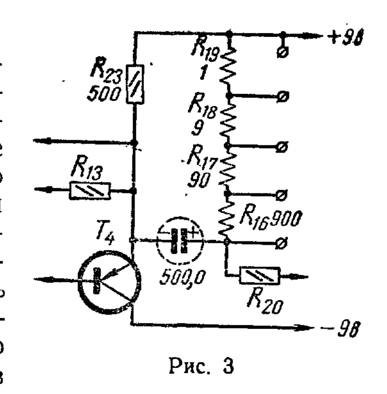


Рис. 3

Если постоянная составляющая на выходных гнездах нежелательна, аттенюатор можно включить по схеме, изображенной на рис. 3.

Измерительный каскад собран на транзисторе T_5 типа П13 (см. рис. 2), который используется как детектор по схеме с общим эмиттером. В цепи коллектора включен малогабаритный микроамперметр на 500 *мка*, последовательно с которым включено ограничительное сопротивление R_{22}. Оно необходимо потому, что в момент включения источников питания по цепи базы транзистора T_5 пройдет большой зарядный ток конденсатора C_{10}, что вызовет резкую перегрузку прибора. Ограничительное сопротивление выбрано таким образом, чтобы перегрузка не превышала трехкратной. Сопротивление R_{21} является сопротивлением утечки.

Для уменьшения частотной погрешности вольтметра последовательно с конденсатором C_{10} включено сопротивление R_{20}, которое компенсирует зависимость сопротивления конденсатора C_{10} от частоты. Одновременно с помощью сопротивления R_{20} производится регулировка чувствительности вольтметра.

Выключатель питания объединен с переключателем диапазонов. Для этого используется холостое положение третьей свободной секции.

Смонтирован генератор на передней панели, изготовленной из алюминия толщиной 1,5 *мм*, и монтажной плате из оргстекла толщиной 4 *мм*.

Плата крепится к передней панели двумя двухмиллиметровыми винтами.

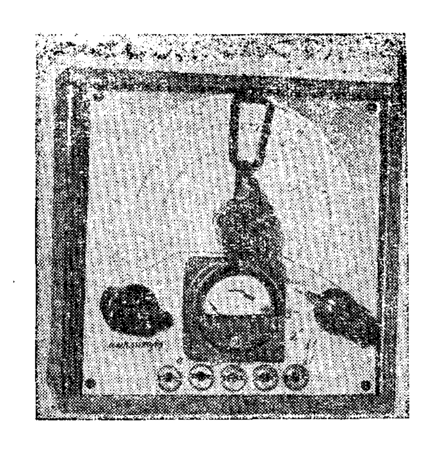


Рис. 4

Внешний вид генератора приведен на рис. 4, вид со стороны монтажной платы — на рис. 5, вид на переднюю панель сзади — на рис. 6.

Ящик для звукового генератора изготовлен из десятимиллиметровой фанеры и оклеивается изнутри алюминиевой фольгой, вывод от которой соединяется с одним из полюсов батареи.

С задней стороны ящика делаются два гнезда для батареек. Задняя крышка изготовлена из миллиметровой фанеры, оклеенной фольгой.

Шкалу генератора можно начертить на ватманской бумаге и наклеить на переднюю панель. Деления и цифры на шкале удобнее наносить жидким цветным лаком.

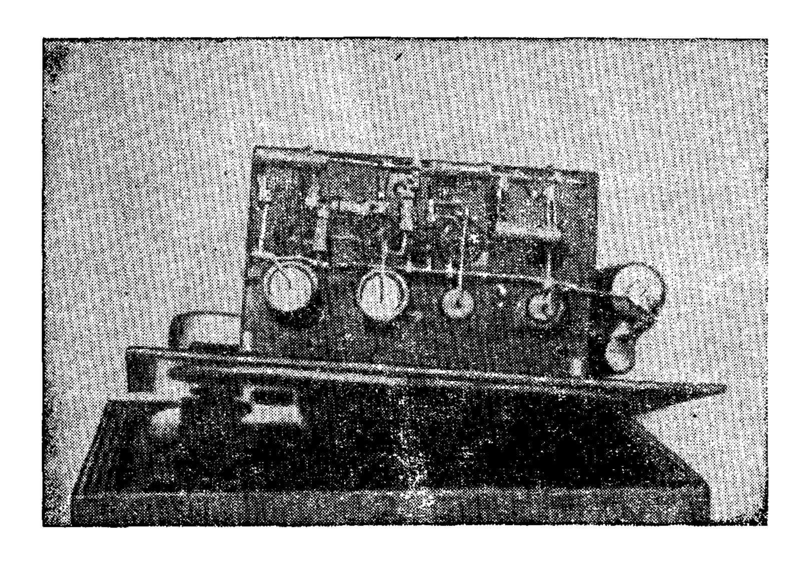


Рис. 5

Остальные надписи можно нанести непосредственно на переднюю панель цветным лаком.

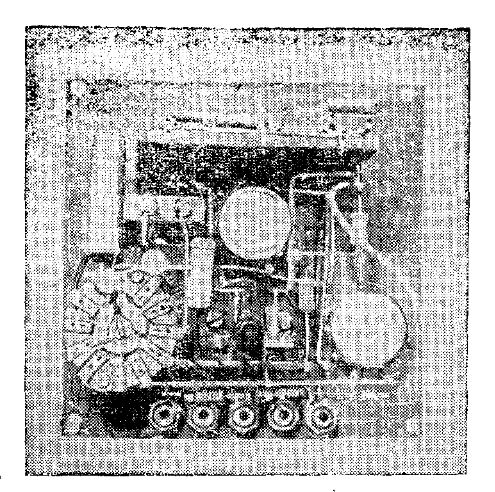


Рис. 6.

Габариты прибора в основном лимитируются размерами шкалы. Детали, применяемые для изготовления прибора, могут быть как малогабаритными, так и обычными. Например, сопротивления можно использовать типа УЛМ, ВС-0,25, МЛТ-0,5, конденсаторы—типа КМБГ. Электролитические конденсаторы C_7, C_8, C_9 и C_{10} — типа ЭТО, однако можно использовать и конденсаторы типа ЭМ, КЭ1. Эталонные сопротивления делителя — проволочные и наматываются на сопротивлениях МЛТ-0,5' или ВС-0,25. Переключатель диапазонов — стандартный.

Основное внимание следует уделить изготовлению спаренного сопротивления R_2R_3. Величины входящих в него сопротивлений должны быть одинаковыми при любом угле поворота оси. От качества этого сопротивления будет сильно зависеть стабильность амплитуды колебаний по диапазону. Сопротивление можно изготовить следующим образом: сначала отобрать два сопротивления типа СП с одинаковыми номиналами и по возможности с более одинаковой зависимостью величины сопротивления от угла поворота. Крышки сопротивлений необходимо снять. Затем у одного сопротивления следует отпилить заподлицо ось вместе с нарезной втулкой, подравнять напильником и в центре оси, которая осталась в сопротивлении, просверлить сквозное отверстие диаметром около 1 *мм*. У второго сопротивления со стороны задней крышки также надо просверлить отверстие того же диаметра и глубиной около 5 *мм*. В это отверстие вставляется кусок стальной проволоки диаметром 1 *мм*. Последняя припаивается к оси сопротивления. После этого в задней крышке

просверливается отверстие диаметром около 5 *мм*, через которое пропускается припаянная стальная проволока. Крышка укрепляется на сопротивлении и на проволоку насаживается второе сопротивление (со спиленной осью), которое припаивается к крышке первого сопротивления за две выступающие металлические лапки. После того как движки обоих сопротивлений будут совмещены, проволоку необходимо припаять к оси верхнего сопротивления, обеспечив при этом необходимое давление движка.

Затем следует закрепить верхнюю крышку и проверить при помощи омметра качество получившегося сдвоенного сопротивления.

В конструкции применены триоды с низким β, однако можно использовать и триоды лучшего качества, соответственно подобрав режим работы так, как указано ниже.

Для налаживания и градуировки звукового генератора необходимы следующие приборы: электронный осциллограф, звуковой генератор, вольтметр переменного напряжения с высокоомным входом, тестер, измеритель нелинейных искажений.

Налаживание следует начинать с третьего и четвертого каскадов. Для этого конденсатор C_8 нужно отпаять от коллектора транзистора T_2, перепаять в обратной полярности и подать на него напряжение от звукового генератора. Второй конец звукового генератора (зажим «земля») соединяется с «—9 *в*» прибора. Вместо сопротивления R_{13} следует припаять переменное величиной 100 *ком*. К гнездам *0* и *2 в* делителя необходимо подсоединить осциллограф и вольтметр переменного напряжения.

Вначале от звукового генератора подается напряжение около 5—10 *мв* и изменением величины переменного сопротивления R_{13} добиваются наибольшего напряжения на выходных гнездах.

Затем напряжение, подаваемое от звукового генератора, плавно увеличивают до тех пор, пока не появятся нелинейные искажения (ограничение синусоиды на экране осциллографа). Перемещением движка потенциометра R_{13} следует попытаться устранить искажения, затем нужно опять увеличить напряжение от ЗГ и т. д. до тех пор, пока на гнездах делителя не удастся получить неискаженный сигнал максимального напряжения. Обычно максимальный неискаженный сигнал не превышает 3 *в*. Те-

перь сопротивление R_{13} заменяют постоянным соответствующего номинала.

Вслед за этим можно произвести калибровку измерительного каскада. Для этого напряжение от звукового генератора, подаваемое на вход транзистора T_3, устанавливается такой величины, чтобы на гнездах *0* и *2 в* напряжение было равно 2 *в*. Подбором величины сопротивления R_{20} следует установить соответствующее максимальное отклонение стрелки прибора.

Необходимо учесть, что шкала прибора $ИП_1$ получается неравномерной, поэтому нужно произвести ее градуировку. Следует также обратить внимание, чтобы при отсутствии сигнала на входе измерительного блока стрелка прибора стояла на нуле. Если нуль установить не удается, нужно поставить триод с меньшим β. Кроме того, начальный ток можно уменьшить, если сопротивление R_{21} уменьшить до 1 *ком* и соответственно уменьшить R_{20}, однако это вызовет увеличение погрешности прибора по частоте.

Следует учесть, что точность измерительного блока зависит от напряжения источников питания, поэтому нельзя допускать, чтобы последнее падало ниже 7 *в*.

Окончив регулировку измерительного блока, схему необходимо восстановить и приступить к налаживанию первых каскадов. Для этого отпаивают конденсатор C_7 от реостатно-емкостной цепочки и подают напряжение от звукового генератора. Регулировка производится, как описано выше, изменением сопротивления R_7. Величину сопротивления R_{11} необходимо установить максимальной. По окончании регулировки первых каскадов схема восстанавливается, после чего звуковой генератор должен заработать.

Окончательная регулировка всего устройства производится подбором величины сопротивления R_5. Для этого в генераторе устанавливают высшую генерируемую частоту и при максимальной величине сопротивления регулировки обратной связи R_{11} изменением величины сопротивления R_5 добиваются, чтобы напряжение на делителе немного превысило 2 *в*. Затем следует проверить, не падает ли выходное напряжение ниже 2 *в* по всему диапазону.

Градуировку генератора можно произвести по эталонному прибору при помощи осциллографа по фигурам

Лиссажу. Этот процесс неоднократно описан в специальной литературе и поэтому здесь не разбирается.

Недостатком приведенного генератора является некоторое изменение выходного напряжения при изменении частоты. Это несколько увеличивает трудоемкость работ при снятии частотных характеристик устройств.

Другой недостаток заключается в изменении частоты при регулировке величины отрицательной обратной связи. Это изменение сравнительно невелико — не выше 5%, однако его необходимо учитывать при настройке резонансных систем.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Б. Вишневецкий

Как известно, полупроводниковые приборы занимают важное место в современной радиоэлектронике. Однако применение полупроводниковых приборов все еще затруднено в ряде случаев довольно большим разбросом их параметров, вызываемым трудностями технологического порядка, с которыми приходится сталкиваться при изготовлении этих приборов.

В связи с этим при конструировании аппаратуры полупроводниковые приборы приходится подвергать предварительному отбору по соответствующим параметрам. Аппаратура для всесторонней проверки и измерений параметров полупроводниковых приборов сложна, громоздка и в большинстве случаев недоступна не только радиолюбителям, но и радиоспециалистам.

Однако быстрое определение основных параметров транзисторов любого типа проводимости можно производить с помощью описываемого ниже прибора.

Прибор позволяет измерять обратный ток коллектора $I_{ко}$, сквозной ток цепи эмиттер — коллектор $I'_{ко}$ (при отключенном выводе базы), начальный ток коллектора $I_{кн}$, коэффициент усиления по току в схеме с общим эмиттером β и в схеме с общей базой α.

Прибор несложен по схеме и прост в эксплуатации. Размеры его невелики: он легко умещается в кармане. Основной параметр β — коэффициент усиления по току в схеме с общим эмиттером — определяется в данном приборе по усилению постоянного тока. Разберем отдельно схемы для измерения вышеуказанных параметров.

Измерение β производится по схеме, приведенной на рис. 1. Этот коэффициент определяется как отношение тока коллектора к току базы:

$$\beta = \frac{I_к}{I_б}. \qquad (1)$$

Для определения β необходимо измерить ток базы и ток коллектора. Для того чтобы при этих измерениях можно было воспользоваться одним и тем же миллиамперметром, величину сопротивления *R* нужно выбрать так, чтобы ток базы оставался почти постоянным. Дело в том, что сопротивление участка база — эмиттер составляет несколько сот ом и если выбрать сопротивление *R* порядка нескольких сотен килоом, то ток базы будет определяться в основном сопротивлением *R*. Так как это сопротивление при измерениях разных триодов остается неизменным, то ток базы остается всегда постоянным. Его достаточно один раз измерить или просто рассчитать, а затем по измеряемому току коллектора судить об усилении триода. Если выбрать сопротивление *R* порядка 100 *ком*, то при колебании входного сопротивления триодов в пределах 500—1 000 *ом* ток базы при смене триодов будет меняться очень мало (0,5—1,0%).

Как видно, колебания тока базы очень малы и ими можно пренебречь. Поэтому шкалу миллиамперметра, включенного в коллекторную цепь триода, можно проградуировать прямо в значениях β, что значительно упрощает сам процесс измерений.

Однако такое измерение можно производить лишь в первом приближении. Описанное измерение может дать большую ошибку, так как измеренный миллиамперметром ток коллектора состоит не только из усиленного тока базы $I_б$, но и из сквозного тока $I'_{ко}$ цепи эмиттер—коллектор. Последний может быть измерен по схеме рис. 2. Эта схема отличается от схемы рис. 1 тем, что база измеряемого триода не соединена ни с какими цепями триода.

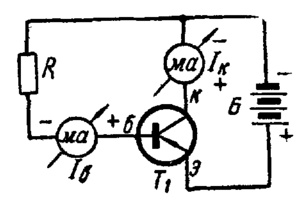


Рис. 1

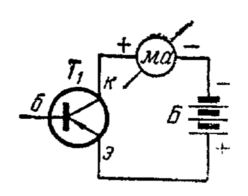


Рис. 2

Ток, измеряемый миллиамперметром в этой схеме, и будет «сквозным» током коллектора. Таким образом, для более точного измерения β из тока коллектора $I_к$, измеренного по схеме рис. 1, необходимо вычесть сквозной ток коллектора $I'_{ко}$, измеренный по схеме рис. 2:

$$\beta = \frac{I_к - I'_{ко}}{I_б}. \qquad (2)$$

Вычисленный по формуле (2) коэффициент усиления β дает значение, отличающееся от истинного, измеренного на переменном токе, не более чем на 15—20%. Такая точность измерений может вполне удовлетворить не только радиолюбителя, но и радиоспециалиста в случае, если необходимо производить быстрые измерения.

Несмотря на невысокую точность измерений, данный метод благодаря своей простоте завоевал себе право на жизнь.

По измеренному β может быть найден и коэффициент усиления по току α для схемы с общей базой по формуле:

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta+1}. \qquad (3)$$

Измерение начального и обратного тока коллектора желательно производить при том же напряжении на коллекторе, при котором триод будет работать в схеме. Большинство устройств, собранных на транзисторах, работает при напряжении 4,5 *в* (карманная батарея), поэтому и измерения указанных токов производятся при этом напряжении.

К другим важным параметрам транзисторов относятся обратный ток коллектора $I_{ко}$ и начальный ток коллектора $I_{кн}$. Обратный ток коллектора $I_{ко}$ обычно измеряется по схеме рис. 3 с отключенным эмиттером, а начальный ток $I_{кн}$ коллектора измеряется по схеме рис. 4.

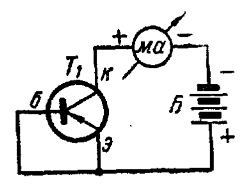


Рис. 3

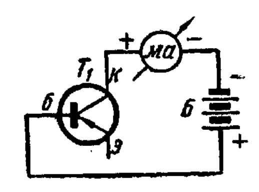


Рис. 4

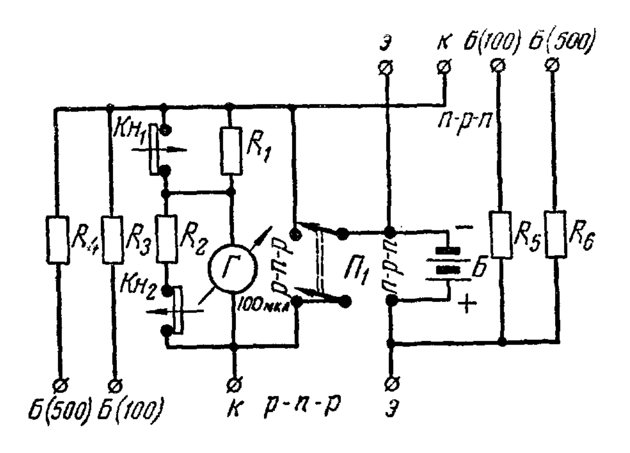


Рис. 5

Прибор, схема которого приведена на рис. 5, позволяет определять все указанные выше параметры.

Разберем работу прибора подробнее. По существу этот прибор состоит из двух схем рис. 1 (за исключением миллиамперметра в цепи базы), включенных навстречу друг другу, с противоположными полярностями.

Для упрощения прибора, т. е. чтобы иметь возможность пользоваться одним миллиамперметром и питать прибор от одного источника тока (карманная батарейка), в схеме используется переключатель $П_1$, который для проверки триодов прямой или обратной проводимости устанавливается в соответствующее положение. Коэффициент усиления β может колебаться для разных триодов в пределах от 5—10 до 400—500. Чтобы охватить такой большой диапазон измерений, он разбит на два поддиапазона с пределами 0—100 и 0—500.

Для подключения триодов к прибору в нем имеются восемь гнезд: четыре для триодов прямой и четыре для триодов обратной проводимости. Установкой базового контакта триода в гнездо «Б(500)» или «Б(100)» определяется диапазон измерения β.

Вначале испытываемый триод подключается к гнездам своей полярности диапазона 0—100. Кнопка $Кн_1$ должна быть при этом разомкнута и последовательно в цепь коллектора включено сопротивление R_1, которое

служит для ограничения тока через миллиамперметр в случае пробоя триода. Убедившись, что триод исправен, нажимают кнопку $Кн_1$ и измеряют при этом β.

Если β оказывается больше 100. то повторяют замер, переключив базу триода на гнездо «*Б* (*500*)». Затем измеряют сквозной ток цепи эмиттер—коллектор $I'_{ко}$, для чего достаточно отсоединить базу триода от прибора и при нажатой кнопке $Кн_1$ отсчитать ток в миллиамперах по шкале прибора. Если ток окажется очень малым, следует нажать на дополнительную кнопку $Кн_2$, т. е. расшунтировать прибор. Если желательно измерять β более точно, то этот ток необходимо учитывать и вычислять β по формуле (2).

Для замера обратного тока коллектора $I_{ко}$ нужно отключать эмиттер триода, а на его место подключать вывод базы триода. И, наконец, для измерения начального тока $I_{кн}$ триода необходимо соединять базу и эмиттер с клеммой «*Э*» прибора. Замеры обратного и начального тока производятся при нажатии обеих кнопок, а замеры β и сквозного тока — при нажатой кнопке $Кн_1$.

Переключатель $П_1$ должен быть установлен в положение, соответствующее типу проводимости триода. Сопротивление R_1, кроме ограничения тока, выполняет при замыкании клемм «Э»—«К» роль добавочного сопротивления вольтметра. Этот вольтметр измеряет напряжение внутренней батарейки прибора при зашунтированном миллиамперметре, т. е. при токах того же порядка, что и действительный ток коллектора триода. Это измерение необходимо производить потому, что при различном потребляемом токе напряжение на зажимах батарейки меняется. Для замера напряжения батарейки необходимо, не нажимая кнопок, замкнуть каким-либо проводником соответствующую пару клемм «*Э*»—«*К*» в зависимости от положения переключателя $П_1$. Так как напряжение батарейки со временем падает, то, зная его, можно вычислять ток базы и по замерам коллекторного тока вычислять β, а при необходимости учитывать влияние сквозного тока по формуле (2).

В качестве стрелочного прибора лучше всего использовать микроамперметр на 100 *мка*. Вследствие того что все шкалы прибора — шкала β, шкала напряжений (*в*), шкала тока (*ма* и *мк*) — равномерные, то прибор можно

не градуировать, а просто, помня переводные коэффициенты, делать отсчет непосредственно по шкале микроамперметра.

Величины сопротивлений зависят от типа использованного стрелочного прибора. Для примера рассчитаем прибор, собранный по схеме рис. 5, в котором применен микроамперметр типа М-592 на 100 *мка* с внутренним сопротивлением 620 *ом* и шкалой на 100 делений.

Ток коллектора триода составляет в большинстве случаев 1—5 *ма*, поэтому рабочий ток для замеров β принимаем равным 5 *ма*.

Величина сопротивления R_1 определится после задания предела измерения вольтметра. Для измерения напряжения батарейки карманного фонаря удобно задаться напряжением в 5 *в*.

$$R_1 = \frac{5\ \text{в}}{5\ \text{ма}} = 1000\ \text{ом} = 1\ \text{ком}.$$

Так как $\beta = \frac{I_к}{I_б}$, а ранее мы задались $I_к = 5$ *ма*, то для измерения β в пределах от 0 до 100 необходимо:

$$I_б = \frac{I_к}{\beta} = \frac{5\ \text{ма}}{100} = 0{,}05\ \text{ма} = 50\ \text{мка}.$$

Для измерения β в пределах 0—500 ток $I_б$ должен быть:

$$I_б = \frac{5\ \text{ма}}{500} = 0{,}01\ \text{ма} = 10\ \text{мка}.$$

На основе этих данных рассчитаем величины сопротивлений в цепях баз ($R_3 = R_5$ и $R_4 = R_6$).

Для предела 0—100 сопротивления:

$$R_3 = R_5 = \frac{U_{бат}}{I_б},$$

где $U_{бат}$ — напряжение батарейки. При расчете его удобно взять равным 4 *в* (учитывая разряд батарейки). Тогда:

$$R_3 = R_5 = \frac{4\ \text{в}}{50\ \text{мка}} = 80000\ \text{ом} = 80\ \text{ком}.$$

Для предела 0—500 сопротивления:

$$R_4 = R_6 = \frac{4\ \text{в}}{10\ \text{мка}} = 400000\ \text{ом} = 400\ \text{ком}.$$

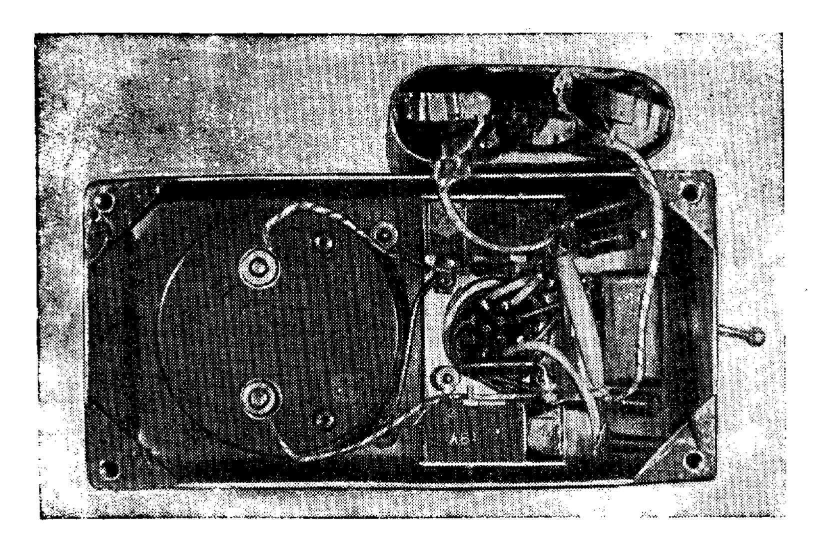


Рис. 6

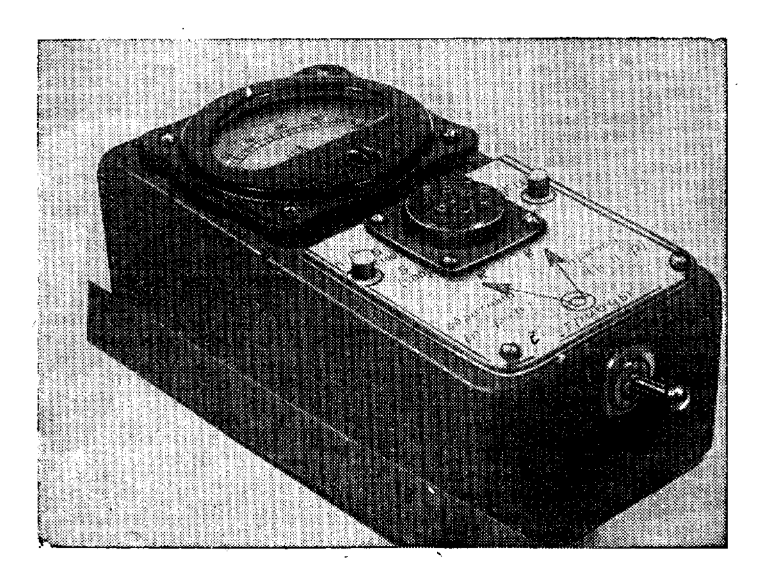


Рис 7

Чтобы ток через стрелочный прибор не превысил 5 *ма*, прибор необходимо зашунтировать сопротивлением R_2, причем

$$R_2 = \frac{I_{пр} \cdot R_{пр}}{I_{общ} - I_{пр}},$$

где $I_{пр}$ — полный ток микроамперметра;

$R_{пр}$ — внутреннее сопротивление микроамперметра;

$I_{общ}$ — необходимый предел измерения с шунтом.

В нашем случае:

$$R_2 = \frac{100 \text{ мка} \cdot 620 \text{ ом}}{5000 \text{ мка} - 100 \text{ мка}} = 12{,}653 \text{ ом}.$$

Шунт необходимо изготовить из манганиновой или константановой проволоки с допуском 1—3%; остальные сопротивления — типа ВС-0,25 с допуском 5%.

В заключение подсчитаем переводные коэффициенты (цену одного деления):

при измерении напряжения $\frac{5 \text{ ма}}{100 \text{ дел.}} = 0{,}05$ *ма*;

при измерении β для предела 0—100 цена деления составит $\frac{100 \text{ ед.}}{100 \text{ дел.}} = 1$;

то же для предела 0—500 равно $\frac{500 \text{ ед.}}{100 \text{ дел.}} = 5$;

при измерении тока в 5 *ма* деление соответствует $\frac{5 \text{ ма}}{100 \text{ дел.}} = 0{,}05$ *ма*;

при измерении тока до 100 *мка*, т. е. при включении микроамперметра без шунта — $\frac{100 \text{ мка}}{100 \text{ дел.}} = 1$ *мка*.

Общий вид описанного прибора и вид со стороны монтажа приведен на рис. 6 и 7.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР

О. Финевский

Из всех измерений, которые приходится производить в радиолюбительской практике, наибольшее количество относится к измерению напряжений постоянного и переменного токов различной частоты. Поэтому простой по схеме и небольшой по габаритам вольтметр является наиболее необходимым прибором для радиолюбителя. Это заключение подтверждается еще и тем, что измерения токов радиолюбитель часто предпочитает тоже производить с помощью вольтметра, косвенным путем, по падению напряжения на известном сопротивлении (в этом случае измеряемую аппаратуру не надо отключать от сети, производить отпайки и т. п.).

Описываемый прибор является универсальным, включающим в себя три различных измерителя:

а) ламповый вольтметр высокой чувствительности с питанием от сети, дающий возможность производить измерение постоянных напряжений, переменных напряжений во всех диапазонах частот, встречающихся в радиолюбительской практике (с ошибкой, не превышающей 1,5—2,5% в зависимости от частоты) в пределах от 1 *мв* до 1 *кв*;

б) обычный вольтметр на полупроводниковых диодах, которым можно пользоваться в тех же пределах, когда нет необходимости в использовании лампового вольтметра;

в) измеритель выхода для измерения напряжений НЧ с неизменным входным сопротивлением на всех поддиапазонах.

Размеры прибора невелики, к тому же он сильно вытянут в длину, что создает большое удобство при работе, так как его можно легко поставить между другими более громоздкими приборами.

В любом вольтметре радиолюбителя прежде всего интересует начальный поддиапазон измерений, характеризующий чувствительность прибора. В табл. 1 приведены данные чувствительности прибора в зависимости от типа измерителя и рода измерений.

Таблица 1

Тип измерителя	Род измерений. Установка переключателя $П_1$	Чувствительность прибора в *мв* на всю шкалу *			
		постоянное напряжение	частота переменных напряжений		
			10 *гц*—50 *кгц*	100 *кгц*—3 *Мгц*	100 *кгц*—200 *Мгц*
Ламповый вольтметр	Постоянное напряжение	100	—	—	—
	Переменное напряжение с ламповым выпрямителем	—	250	250	—
	Переменное напряжение через пробник с полупроводниковым выпрямителем	—	—	—	100
Обычный вольтметр	Постоянное напряжение	100	—	—	—
	Переменное напряжение	—	500	—	—
Измеритель выхода	Переменное напряжение	—	2,5 *в*	—	—

* Шкала прибора разбита на 100 делений.

Как видно из табл. 1, прибор позволяет производить измерения напряжений от милливольт. Кроме указанных в таблице начальных поддиапазонов, ламповый и обычный вольтметры имеют следующие поддиапазоны измерений: до 1; до 2,5; до 5; до 10; до 25; до 50; до 100; до 250; до 500; до 1 000 *в*. Такое количество поддиапазонов обеспечивает возможность производить измерения почти во всех случаях, пользуясь правой половиной шкалы прибора, что уменьшает возможную погрешность измерений.

Измеритель выхода имеет поддиапазон измерений: до 2,5, до 5; до 10; до 25; до 50; до 100 *в*.

При измерении постоянных напряжений входное сопротивление лампового вольтметра 10 *Мом* на всех пределах; с дополнительным выносным сопротивлением верхний предел измерений расширяется до 25 *кв*.

При измерении переменных напряжений с помощью лампового диодного выпрямителя входное сопротивление вольтметра в пределах 4,0—0,8 *Мом* в зависимости от частоты.

При измерении переменных напряжений высокой частоты (до 200 *Мгц*) с помощью выносного пробника с полупроводниковым выпрямителем входная емкость вольтметра 4 *пф*. Максимальное измеряемое напряжение в этом случае 150 *в*.

Входное сопротивление обычного вольтметра при измерении постоянных напряжений 20 *ком* на 1 *в*.

При измерении переменных напряжений низкой частоты (до 15 *кгц*) обычным вольтметром и измерителем выхода в измерительную цепь включается мост из полупроводниковых диодов; шкала измерителя сжата вначале; для этих измерений отградуирована «красная» шкала.

Входное сопротивление измерителя выхода на всех пределах равно 45 *ком*.

СХЕМА

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 1.

Ламповый вольтметр. Отличительная особенность лампового вольтметра, собранного по симметричной схеме с катодной связью, заключается в том, что стрелочный прибор включен в диагональ моста, плечами которого являются два триода лампы $Л_2$ (6Н2П) и два сопротивления R_{14} и R_{16} с соответствующими частями потенциометра R_{15}. Плечи моста балансируются сопротивлением R_{15}, причем стрелка прибора не только может быть установлена на любое деление шкалы, но и уведена за пределы шкалы с большим запасом, что обеспечивает возможность точного измерения напряжений в схеме, в которой имеется какой-либо начальный ток. В этом случае при данном начальном токе приводят стрелку прибора к нулю, а затем производят измерение прироста напряжения.

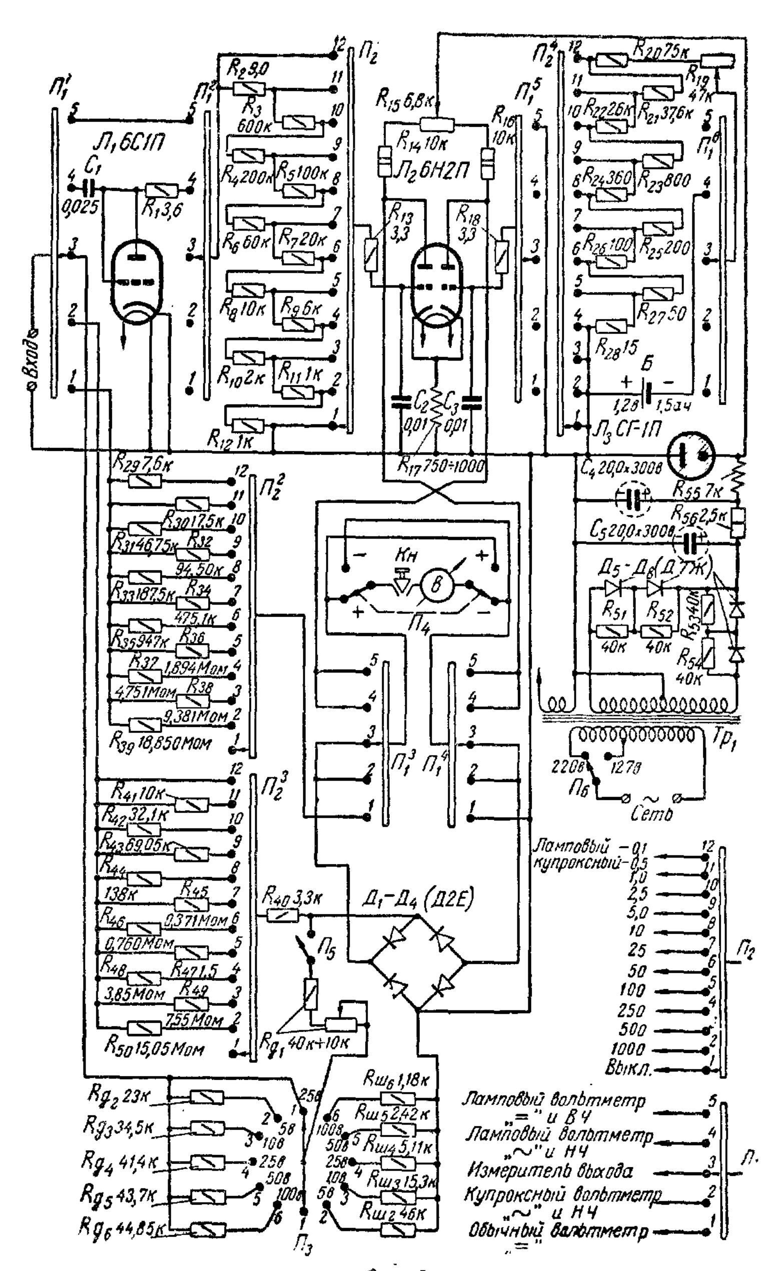

Л1 6С1П
C1
0,025
R1 3,6
Вход
R2 9,0
R3 600к
R4 200к
R5 100к
R6 60к
R7 20к
R8 10к
R9 6к
R10 2к
R11 1к
R12 1к
R15 6,8к
R14 10к
Л2 6Н2П
R13 3,3
R18 3,3
R16 10к
C2 0,01
C3 0,01
R17 750÷1000
R20 75к
R19 47к
R22 26к
R21 37,6к
R24 360
R23 800
R26 100
R25 200
R27 50
R28 15
Б
1,2в
1,5ач
Л3 СГ-1П
C4 20,0x300в
R55 7к
R56 2,5к
C5 20,0x300в
Д5 - Д8 (Д7Ж)
R51
R52
R53 40к
R54 40к
40к
40к
Tp1
220в
127в
П6
Сеть
R29 7,6к
R30 17,5к
R31 46,75к
R32 94,50к
R33 187,5к
R34 475,1к
R35 947к
R36 1,894Мом
R37 4,751Мом
R38 9,381Мом
R39 18,850Мом
Кн
В
П4
R41 10к
R42 32,1к
R43 69,05к
R44 138к
R45 0,371Мом
R46 0,760Мом
R48 3,85Мом
R47 1,5
R49 7,55Мом
R50 15,05Мом
R40 3,3к
П5
Д1 - Д4 (Д2Е)
Rg1 40к+10к
Rg2 23к
Rg3 34,5к
Rg4 41,4к
Rg5 43,7к
Rg6 44,85к
Rш6 1,18к
Rш5 2,42к
Rш4 5,11к
Rш3 15,3к
Rш2 46к
П3
Ламповый - 0,1
купроксный - 0,5
1,0
2,5
5,0
10
25
50
100
250
500
1000
Выкл.
Ламповый вольтметр "=" и ВЧ
Ламповый вольтметр "~" и НЧ
Измеритель выхода
Купроксный вольтметр "~" и НЧ
Обычный вольтметр "="

Рис. 1

Вольтметр, собранный по симметричной схеме, является очень устойчивым в работе, так как нить накала у обоих триодов общая, сопротивление обратной связи R_{17} тоже общее, а колебания анодного напряжения дают у обоих триодов почти одинаковые приращения тока. Кроме того, вольтметр такого типа имеет хорошую чувствительность. В описываемом приборе начальный предел измерений взят равным 100 *мв* на всю шкалу, что дает возможность при шкале, разбитой на 100 делений, производить отсчеты напряжений в милливольтах.

Шкала вольтметра на всех поддиапазонах совершенно линейна и равномерна. Так, например, если стрелка прибора выведена на середину шкалы, то показания вольтметра в обе стороны от середины совершенно одинаковы. Равномерность и линейность шкалы обеспечиваются следующим положением: триоды лампы 6Н2П при анодной нагрузке порядка 10—15 *ком* имеют линейный участок характеристики при напряжениях на сетке в пределах от 0 до — 2 *в* В данном вольтметре среднее смещение на сетке левого триода взято минус 1 *в*. При этом смещении наступает баланс моста и стрелка прибора устанавливается на нуль. Сопротивления R_{14}, R_{16} и R_{17} подбираются так, чтобы при подаче на сетку левого триода дополнительного напряжения $+0.1$ *в* стрелка прибора ушла на максимум шкалы, равной 100 делениям. Следовательно, если работать в пределах шкалы, то на сетке левого триода может отложиться напряжение только в пределах $-1{,}0 \pm 0{,}1 = -0{,}9$ $-1{,}1$ *в*. Таким образом, в любом случае измерения используется линейный участок характеристики ламп. Надо иметь в виду, что лампу 6Н2П для этой цели надо подбирать с одинаковой эмиссией у обоих триодов.

Измеряемое напряжение подается на входные зажимы, проходит делитель напряжений R_2—R_{12} и через сопротивление фильтра R_{13} поступает на сетку левого триода $Л_2$; токи в плечах моста становятся неравными и через гальванометр начинает протекать разностный ток. Сопротивление R_{17} обеспечивает необходимое смещение и служит связью между триодами.

Вольтметр налажен таким образом, что при измерении постоянных напряжений на сетку левого триода $Л_2$ поступает положительное напряжение в пределах от 0 до 100 *мв*. От сильных положительных перегрузок галь-

ванометр защищает сопротивление фильтра R_{13}, на котором создается падение напряжения, как только потенциал сетки повысится до нуля и появится сеточный ток.

Если на сетку левого триода $Л_2$ будет подано отрицательное напряжение, необходимо изменить полярность включения гальванометра переключателем $П_4$.

Для измерения переменных напряжений (до 3 *Мгц*) с помощью переключателя $П'_1$ в измерительную цепь включается выпрямитель — лампа $Л_1$ (триод 6С1П) в диодном включении; он вмонтирован в ящик прибора. Выпрямитель имеет закрытый вход. Нагрузкой диода служит делитель напряжений $R_2 — R_{12}$.

При конструировании вольтметра ставилась задача создать возможно более чувствительный прибор с хорошей точностью измерения, но без усложнения схемы. Начальный поддиапазон измерений переменных напряжений с помощью лампового выпрямителя целиком зависит от выпрямительных возможностей самой лампы. Из-за наличия начального тока у диода при малых переменных напряжениях, поступающих на вход, выпрямление становится нелинейным. Лампа 6С1П в диодном включении оказалась лучшей среди многих типов испытанных ламп: у нее нелинейность шкалы проявляется только при входных напряжениях менее 100 *мв*; далее выпрямление идет совершенно линейно. Поэтому при измерениях на первом поддиапазоне (до 250 *мв*) приходится пользоваться графиком. На всех остальных поддиапазонах вольтметр, давая хорошую линейность, занижает показания на 0,2 *в*. При измерениях эту поправку необходимо вводить. Хотя вводить ее приходится только до предела 10 *в*, так как на остальных пределах поправка составляет менее одного процента.

При закороченных входных зажимах стрелка гальванометра показывает начальный ток диода, компенсировать который каким-либо воздействием на входной диод (например, встречным током обратной полярности) нельзя, так как это сейчас же вызовет притупление чувствительности при самых слабых напряжениях. Поэтому в данном приборе применена симметричная система воздействия на оба триода $Л_2$: на левый триод воздействует начальный ток выпрямительного диода, а на правый триод оказывает воздействие такой же потенциал, поступающий от элемента *Б* (окисно-ртутный элемент ОР-4К)

через реостат R_{19} и делитель R_{20}—R_{28}. Величины сопротивлений делителя подбирают при налаживании прибора. Ручка реостата R_{19} выведена в отверстие в дне ящика. Пользоваться ею приходится редко, только при измерении переменных напряжений менее 250 *мв*. Пуговичный аккумулятор *Б* емкостью 1,5 *а-ч* очень удобен; он имеет форму диска диаметром 30 *мм* и толщиной 8 *мм*. Заряда аккумулятора хватает примерно на один год работы. Можно использовать гальванический элемент самого малого размера, но тогда надо следить, чтобы он не потек и не залил монтаж.

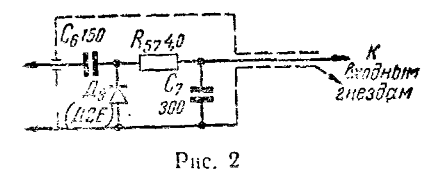


Рис. 2

Для измерения напряжений высокой частоты (до 200 *Мгц*) служит выносной ВЧ пробник (рис. 2). Он помещен в металлической гильзе охотничьего патрона 16-го калибра, где на планке из полистирола собран выпрямитель на полупроводниковом диоде Д2Е. Пробник соединяется с вольтметром коаксиальным кабелем с высокочастотным штеккером на конце. Входная емкость пробника 4 *пф*. При пользовании пробником переключатель $П'_1$ должен стоять в положении *с*—постоянного напряжения.

Питание лампового вольтметра осуществляется от сети. Выпрямитель — двухполупериодный на полупроводниковых диодах Д7Ж. Аноды лампы $Л_2$ питаются стабилизированным напряжением 150 *в*.

Обычный вольтметр. В обычном вольтметре вместо делителей напряжений собраны группы дополнительных сопротивлений. Это сделано для того, чтобы выход одного из сопротивлений не выводил из строя весь измеритель. При измерении переменных напряжений в измерительную цепь включается мост из полупроводниковых диодов Д2Е ($Д_1$—$Д_4$). Шкала прибора в этом случае сжата в начале. В случае выхода из строя одного из полупроводников и его замене, чтобы не подгонять заново всю группу дополнительных сопротивлений R_{40}—R_{50} к новым параметрам моста, подгоняется только сопротивление R_{40}, входящее составной частью в дополнительные сопротивления остальных пределов.

Измеритель выхода. Измеритель выхода должен иметь на всех поддиапазонах измерений входное сопротивление

неизменной величины. Достигается это тем, что на каждом поддиапазоне (кроме первого) в измерительную цепь включается пара сопротивлений, одно из которых является дополнительным $R_д$, а другое шунтирующим $R_ш$. С увеличением пределов измерения величины $R_д$ растет, а величина $R_ш$ уменьшается. На первом поддиапазоне (низковольтном) обычно $R_{ш1}$ нет, а $R_{д1}$ входит составной частью в делитель на всех диапазонах. О порядке расчета величин $R_д$ и $R_ш$ будет сказано ниже.

Так как выпрямителем для обычного вольтметра и измерителя выхода служит один и тот же мост $Д_1$—$Д_4$, частотная характеристика которого для обоих измерителей примерно одинакова, то и шкала («красная») составляется для них общая.

Конструкция и налаживание

Вольтметр собран в алюминиевом ящике размером 95×90×280 *мм* (рис. 3). Монтаж деталей произведен на передней, верхней и тыльной стенках ящика. Дно и боковые стенки, как это видно из рис. 4, состоят из одного ли-

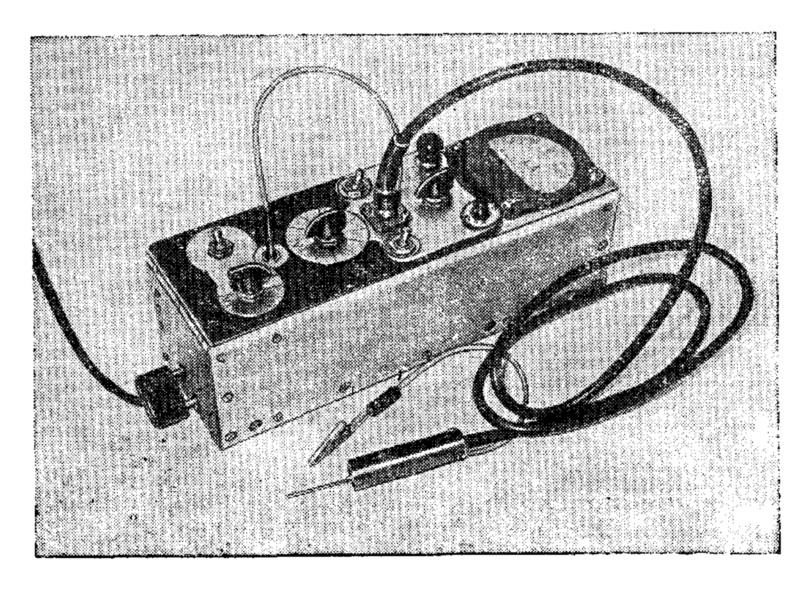


Рис. 3

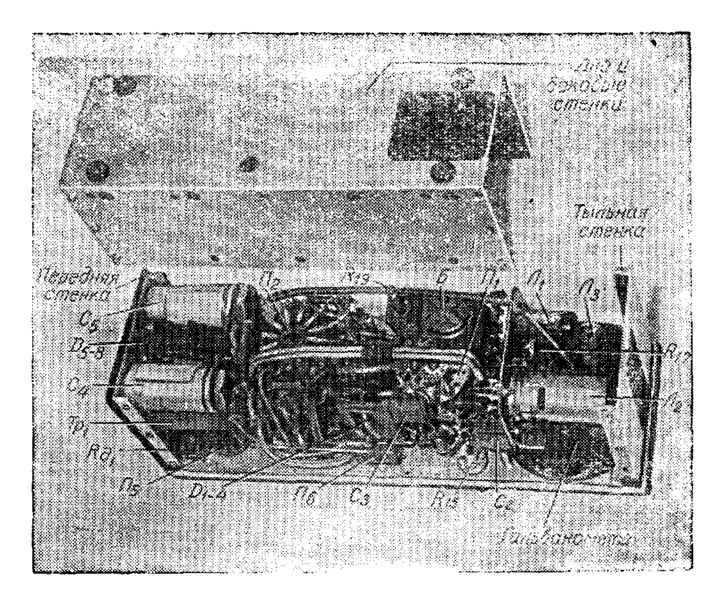

Дно и боковые стенки
Тыльная стенка
Передняя стенка
C_5
D_{5-8}
C_4
Tp_1
$Rд_1$
$П_5$
D_{1-4}
$П_6$
C_3
R_{15}
C_2
Гальванометр
$П_2$
R_{19}
Б
$П_1$
$П_4$
$П_3$
R_{17}

Рис. 4

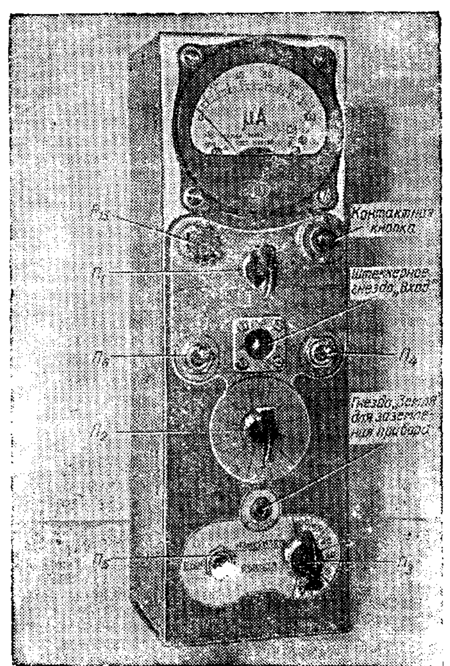

μA
R_{13}
Контактная кнопка
$П_1$
Штекерное гнездо „Вход“
$П_6$
$П_4$
Гнездо „Земля“ для заземления прибора
$П_2$
$П_5$
$П_3$

Рис. 5

ста, выгнутого в форме прямоугольной скобы. При сборке ящика боковые стенки крепятся к передней и тыльной стенкам с помощью болтов.

Стрелочный прибор, входные гнезда и все ручки управления вынесены на верхнюю панель (рис. 5).

Детали

При выборе деталей прежде всего надо обратить внимание на стрелочный прибор, который должен быть первого класса. Желательно отобранный прибор сверить с прибором класса 0,5, с тем чтобы убедиться в равномерности шкалы и правильности показаний прибора. В описываемом приборе использован гальванометр первого класса на 50 *мка*, сопротивление рамки прибора $R_{пр}$ равно 1 700 *ом*. Шкала на 50 *мка* была заменена для удобства отсчетов на шкалу со сто делениями.

Для предохранения гальванометра от случайных перегрузок во время переключений в цепь его введена контактная кнопка *Кн*, которая замыкает цепь только при нажатии на нее. Контакт у кнопки должен быть очень надежным, так как через нее к гальванометру должны поступать токи от 0 до 50 *мка* без видимых изменений. Надежность контакта у кнопки можно проверить, собрав установку, приведенную на рис. 6.

С делителя, состоящего из сопротивлений R_1 и R_2, снимается ток порядка десятков микроампер, который поступает на гальванометр *Г* через контактную кнопку *Кн*. С помощью реостата R_2 при нажатой кнопке стрелку гальванометра надо установить прямо против риски одного из делений; в дальнейшем при неоднократном замыкании кнопки стрелка гальванометра должна каждый раз точно останавливаться на этой риске; если она занимает каждый раз разные положения или «плавает», необходимо детали контактной кнопки промыть чистым бензином и смазать места электрического контакта графитовой смазкой. Графитовая смазка состоит из смеси чистого вазелина с небольшим количеством чистого мелкого графитового порошка; если нет чистого графита, можно использовать графит мягкого

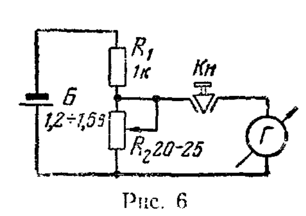


Рис. 6

(2М) карандаша, настрогав его на стекло и растерев ножом в мелкий порошок.

Пользуясь этой же установкой, надо проверить надежность контактов переключателей $П_2$, $П_1$, $П_4$, особенно последних двух, так как они должны иметь такие же надежные контакты, как и контактная кнопка. Конечно, все соединения в такой установке должны быть сделаны на пайке, а элемент $Б$ должен быть новым или свежезаряженным. В качестве гальванометра $Г$ можно использовать гальванометр, предназначенный для вольтметра.

Переключатели $П_1$ и $П_2$ должны быть керамические, с хорошей фиксацией.

Переменные сопротивления (R_{15}, R_{19} и $R_{д1}$) лучше использовать типа СПО.

Делитель напряжений лампового вольтметра (R_2—R_{12}) надо подобрать до четвертого знака, имея в виду, что через некоторое время (год—два) величины сопротивлений начнут разниться в третьем знаке. Все сопротивления лучше иметь составными из двух-трех штук. Тщательный подбор величин сопротивлений требует много времени, однако оно будет оправдано хорошими параметрами прибора.

Регулировку моста надо начинать с отбора лампы 6Н2П. Триоды лампы по току эмиссии должны быть одинаковыми, причем желательно проверять эмиссии триодов в рабочем режиме лампы: напряжение на аноде +150 *в*, смещение на сетке (—0,8) — (—1,2) *в* при сопротивлении анодной нагрузки 10—14 *ком*; при таком режиме анодные токи ламп равны примерно 0,6—0,7 *ма*.

Налаживание

Подбирать величины сопротивлений R_{14}—R_{17} можно только тогда, когда весь монтаж закончен. Временно R_{17} надо взять переменным, типа СПО, в дальнейшем его после подгонки можно заменить постоянным такой же величины.

Если делитель R_2—R_{12} собран с высокой точностью, то подбор чувствительности вольтметра по постоянному току может производиться на любом поддиапазоне. При подборе надо иметь в виду, что уменьшение сопротивления смещения R_{17} и уменьшение анодной нагрузки R_{14}—R_{16} снижает чувствительность вольтметра; изменение лю-

бой из этих величин вызывает уход стрелки с нуля, поэтому, изменив какую-либо из указанных величин, необходимо сперва установить стрелку прибора на нуль, а затем подавать контрольное напряжение и только тогда судить, к какому результату привело изменение. После того как стрелка прибора при контрольном напряжении установится на максимум шкалы, необходимо, уменьшая напряжение, проверить равномерность шкалы. Если шкала неравномерна, необходимо убедиться в том, что напряжение смещения на левом триоде не превышает 1,0—1,2 *в*, в противном случае придется менять лампу 6Н2П.

Когда ламповый вольтметр налажен по постоянному напряжению, приступают к его налаживанию по переменному напряжению с лампой $Л_1$ в качестве выпрямителя. Установив переключатель $П'_1$ в положение *4*, надо подобрать величину сопротивления R_1, с тем чтобы шкалу переменных напряжений привести к шкале постоянных напряжений. Подбор величины R_1 надо производить на одном из пределов свыше 100 *в*, исключив, таким образом, влияние начального тока диода $Л_1$. После подгонки R_1 необходимо приступить к подбору сопротивлений делителя R_{20}—R_{28}, с тем чтобы полностью компенсировать начальный ток диода $Л_1$. Если в качестве выпрямителя взята лампа 6С1П, а в качестве источника тока аккумулятор или сухой элемент напряжением 1,5 *в*, в делителе можно поставить сопротивления, указанные в схеме, а затем произвести окончательную подгонку; начинать ее надо с наименьшего предела (верхний на схеме).

Налаживание лампового вольтметра на этом заканчивается. При правильно налаженном вольтметре стрелка прибора не должна отходить от нуля при переключении переключателя $П'_1$ из положения *4* в *5* и обратно и не должна уходить с нуля при различных положениях $П_2$ при закороченных входных зажимах. Какое-либо постоянное или переменное напряжение, поданное на вход при различных положениях $П_2$, должно на всех пределах показывать одну и ту же абсолютную величину.

Подбор дополнительных сопротивлений R_{29} — R_{39} и R_{40} — R_{50} производится прямо по контрольному напряжению. Если стрелочный прибор хорошего класса, то на-

до постараться подобрать сопротивление R_{29}—R_{30}, контролируя подаваемое напряжение прибором класса 0,5. Величины сопротивлений R_{40}—R_{50} подгонять с большой точностью нет смысла, так как в цепь измерителя включен мост $Д_{1-4}$ из полупроводниковых диодов, показания которых сильно зависят от температуры, вследствие чего ошибка при измерениях возрастает здесь до 2,5%. После подбора сопротивлений R_{40}—R_{50}, необходимо отградуировать шкалу переменных напряжений; эта красная шкала будет пригодной и для измерителя выхода.

При расчете делителя измерителя выхода прежде всего задаются величиной входного сопротивления $R_{вх}$ и начальным пределом измерения. При данном начальном пределе измерения входное сопротивление образуется как сумма сопротивлений:

$$R_{вх} = R_{д1} + R_{м} + R_{пр},$$

где, $R_{д1}$ — дополнительное сопротивление на первом низковольтном пределе;

$R_{м}$ — сопротивление выпрямительного моста постоянному току;

$R_{пр}$ — сопротивление рамки стрелочного прибора.

Установив величину входного сопротивления, рассчитывают величины дополнительных сопротивлений $R_{д}$ и сопротивлений-шунтов $R_{ш}$ для всех пределов по формулам:

Для второго предела	Для третьего предела	Для четвертого предела
$R_{д2}=\frac{N_1-1}{N_1}=R_{вх}$	$R_{д3}=\frac{N_2-1}{N_2}=R_{вх}$	$R_{д4}=\frac{N_3-1}{N_3}=R_{вх}$
$R_{ш2}=\frac{R_{вх}}{N_1-1}$	$R_{ш3}=\frac{R_{вх}}{N_2-1}$	$R_{ш4}=\frac{R_{вх}}{N_3-1}$

N — число, указывающее, во сколько раз данный предел измерения больше первого, начального предела.

Пример. Первый начальный предел равен 2,5 *в*, второй — 5 *в*, следовательно, $N_1=\frac{5}{2,5}=2$; третий предел равен 10 *в*, следовательно, $N_2=\frac{10}{2,5}=4$ и т. д.

Практически $R_{вх}$ определяется следующим порядком: составляется цепь входное гнездо — потенциометр, включенный реостатом,—выпрямительный мост — стрелочный прибор—выходное гнездо; затем на входные гнезда подается напряжение первого начального предела, контролируемое точным вольтметром, принятым в качестве эталонного. Изменяя положение движка потенциометра, добиваются, чтобы стрелка прибора вышла на максимум шкалы, еще раз убеждаются в правильности показаний, сличая их с контрольными, и снимают напряжение с входных зажимов.

На потенциометре, таким образом, отложится величина $R_{д1}$, которую надо определить с помощью омметра, а между входными гнездами отложится величина $R_{вх}$ которую также надо определить омметром. Вместо потенциометра $R_{д}$ можно подобрать постоянное сопротивление, однако желательно какую-то часть $R_{д1}$ (примерно несколько килоом) иметь переменной (типа СПО безындукционной), с тем чтобы в случае замены одного из диодов — полупроводников моста можно было легко подогнать весь делитель за счет этого переменного сопротивления, так как оно будет общим для всех пределов.

После того как делитель рассчитан, подбираются нужные сопротивления и монтируется делитель. Точную подгонку величин $R_{д}$ и $R_{ш}$ надо производить, используя контрольный прибор и звуковой генератор. Подгонку производят на частоте 400 — 1 000 *гц*. Можно рекомендовать при подгонке изменять не величины $R_{д}$, а величины $R_{ш}$: изменение величины шунтов сильнее влияет на положение стрелки и в то же время меньше сказывается на суммарном сопротивлении всей цепи.

Теперь напомним правило, которого следует придерживаться во всех случаях радиоизмерений и особенно при пользовании ламповым вольтметром: зажим «земля» лампового вольтметра (нижний (по схеме) зажим входа) должен быть надежно соединен коротким проводом с таким же зажимом радиоприбора — источника измеряемых напряжений; если по схеме нельзя выполнить это условие, то зажим «земля» вольтметра должен быть соединен с точкой, имеющей наименьший потенциал относительно шасси.

Если же требуется производить измерения слабых

напряжений (милливольты) высокой и ультравысокой частоты, то надо специально и очень надежно заземлять как вольтметр, так и шасси источника напряжений, иначе из-за различных наводок показания могут быть ошибочными.

Для удобства переноски прибор со щупами, ВЧ пробником, дополнительным сопротивлением (выносным 200 *Мом*) и сетевым шнуром укладывается в футляр-чемодан из пластмассы (рис. 7), который разбит на два отделения: для прибора и для принадлежностей. От случайных ударов прибор амортизирован в чемодане специальными резиновыми подушками и пружинами.

В заключение следует указать, что в ламповом вольтметре осуществлена стабилизация только напряжений, поступающих на аноды лампы $Л_2$, напряжение же накала ламп не стабилизировано. На устойчивость работы лампы $Л_2$ это не влияет, так как нить накала у обоих триодов общая (при монтаже прибора одну из нитей накала $Л_2$ надо соединить с шасси).

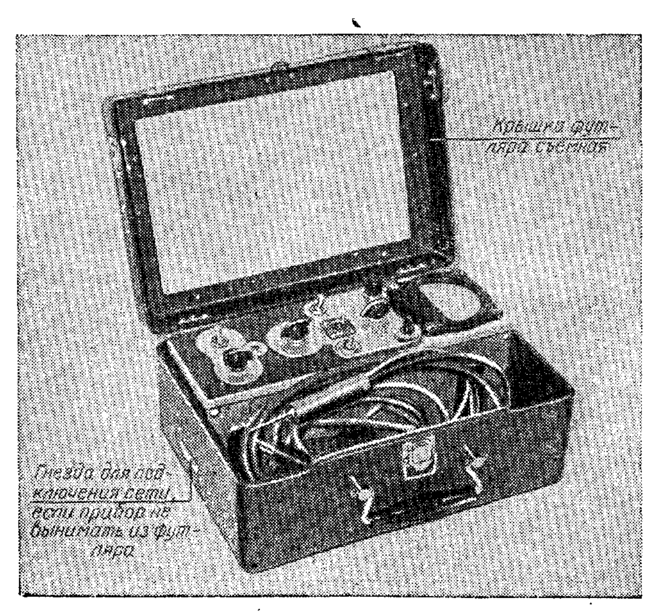


Рис. 7

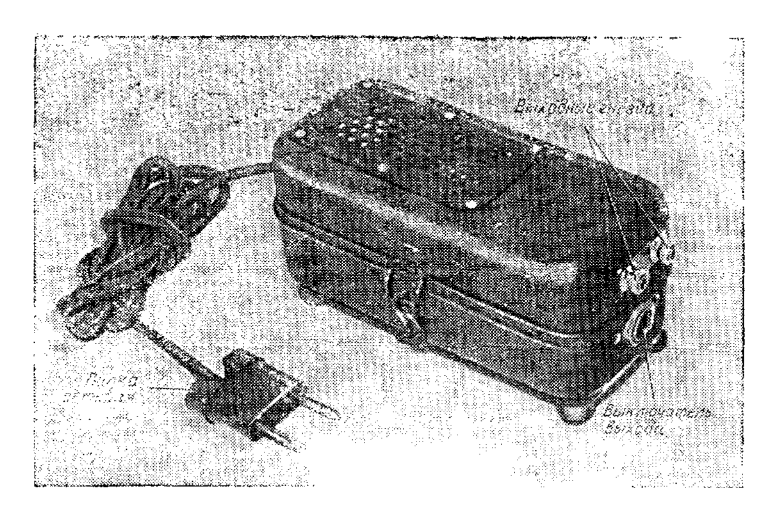


Рис 8

Однако если производить измерения переменных напряжений с помощью лампового выпрямителя — диода $Л_1$, то на самом низковольтном пределе при сильных бросках напряжения в сети возможен уход стрелки прибора с нуля, что может повлечь ошибку при измерении.

Чтобы гарантировать полностью стабильность нуля прибора, желательно стабилизировать подводимое к нему напряжение сети. Для этой цели можно применить феррорезонансный стабилизатор, установленный в самом выпрямителе (первичную обмотку силового трансформатора питать через соответствующую емкость), однако это может сильно увеличить его габариты. Лучше изготовить отдельный феррорезонансный стабилизатор напряжения, хотя бы по типу, описанному в статье инж. Кислова («Радио» № 1 за 1961 год, стр. 54). Такой стабилизатор может питать 2—3 прибора (25—30 *вт*), размеры его невелики (рис. 8) и можно не бояться каких-либо наводок с его стороны на стрелочные приборы.

УСТРАНЕНИЕ ПРОСТЕЙШИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В РАДИОПРИЕМНИКАХ

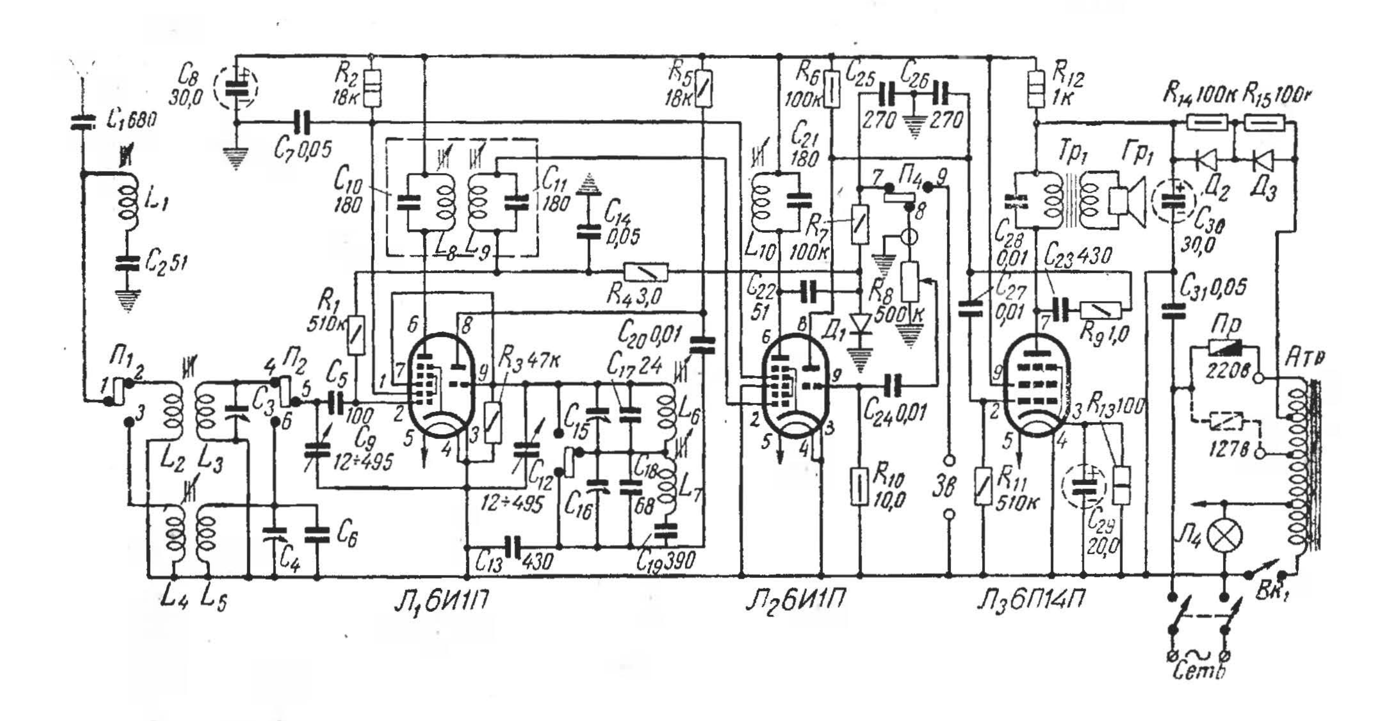
А. Базилев

Современные многоламповые приемники представляют собой сложные радиотехнические устройства, в которых без специальных знаний и контрольно-измерительной аппаратуры трудно обнаруживать и устранять неисправности. В данной статье будут рассмотрены вопросы устранения простейших неисправностей в сравнительно несложных радиоприемниках, что может оказаться под силу начинающим радиолюбителям, имеющим в своем распоряжении наиболее распространенные простые измерительные приборы — вольтметр, амперметр и омметр. При этом, конечно, имеется в виду, что подготовка радиолюбителя достаточна для понимания физических процессов, происходящих в различных цепях радиоаппаратуры.

Рассмотрим все эти вопросы на примере радиоприемника «Заря».

Схема радиоприемника «Заря» (рис. 1) не относится к числу сложных, однако приемник является вполне современным, так как в нем применены детали (комбинированные пальчиковые лампы, полупроводниковые диоды) и некоторые узлы (АРУ, отрицательная обратная связь и др.), применяемые в более сложных приемниках. Использование данной схемы для иллюстрации методики нахождения и устранения неисправностей может оказаться весьма полезным для радиолюбителя в его последующей работе по ремонту более сложной радиоприемной аппаратуры.

Современные промышленные приемники, как известно, строятся преимущественно по супергетеродинным схемам, к которым, в частности, относится и схема рассмат



C1 680
L1
C2 51
C8 30,0
C7 0,05
R2 18к
C10 180
L8
L9
C11 180
C14 0,05
R5 18к
R4 3,0
R1 510к
R3 47к
C20 0,01
C17 24
C5 100
C9 12÷495
C12 12÷495
C15
C16
C18 68
L6
L7
C13 430
C19 390
П1
П2
C3
C4
C6
L2
L3
L4
L5
Л1 6И1П
R6 100к
C25
C26
270
270
C21 180
L10
R7 100к
П4
C22 51
R8 500к
Д1
C24 0,01
R10 10,0
Зв
Л2 6И1П
R12 1к
Тр1
Гр1
C28 0,01
C23 430
C27 0,01
R9 1,0
R11 510к
R13 100
C29 20,0
Л3 6П14П
R14 100к
R15 100к
Д2
Д3
C30 30,0
C31 0,05
Пр
220в
127в
Атр
Л4
Вк1
Сеть

Рис. 1

риваемого приемника «Заря». Из практики известно, что найти неисправность в любом радиоприемнике, как правило, бывает значительно труднее, чем устранить эту неисправность. Для того чтобы заменить неисправный конденсатор или сопротивление, нужно, например, всего несколько минут, а чтобы найти эту неисправную деталь, может потребоваться несколько часов.

Рассматриваемый приемник «Заря» — двухдиапазонный, рассчитанный на работу в длинноволновом и средневолновом участках радиовещательного диапазона. Каждый диапазон имеет свою антенную катушку, катушку входного контура и контура гетеродина. Так, для работы в средневолновом диапазоне используются катушки L_2, L_3 и L_6, а в длинноволновом — L_4, L_5 и L_7. Переход с одного диапазона на другой осуществляется клавишным переключателем, который поочередно подключает катушки соответствующего диапазона к рабочим цепям приемника. Во входной контур средневолнового диапазона входит катушка L_3, конденсатор переменной емкости C_9 и подстроечный конденсатор C_3. Контур гетеродина этого диапазона состоит из катушки L_6, конденсатора переменной емкости C_{12} (спаренного с конденсатором C_9), подстроечного конденсатора C_{15} и конденсатора C_{17}. Способ переключения контуров гетеродина несколько отличается от способа переключения входных контуров. Это различие заключается в том, что при работе на средневолновом диапазоне закорачивается контур длинноволнового диапазона, а при работе в длинноволновом диапазоне — контур средневолнового. Все детали, входящие во входные контуры и контуры гетеродина, строго подобраны при настройке радиоприемника и выход из строя любой из этих деталей расстраивает контур и делает прием невозможным. Приемник с расстроенными контурами настроить без сигнал-генератора трудно.

Гнезда *Зв* служат для подключения звукоснимателя при проигрывании грамзаписи. В этом случае при нажатии соответствующей клавиши переключателя диапазонов $П_4$ разрывается цепь детекторного диода и включается цепь звукоснимателя. Колебания звуковой частоты от звукоснимателя проходят через переменное сопротивление R_8, с которого они и подаются на управляющую сетку триодной части лампы $Л_2$ каскада предварительного усиления низкой частоты.

Чтобы сознательно подходить к ремонту радиоприемника и научиться быстро находить неисправные узлы и детали, надо ознакомиться с физическими процессами, происходящими в цепях радиоприемников, и функциями, выполняемыми отдельными деталями схемы. **Сделаем это на примере схемы приемника «Заря».**

Принятый сигнал через антенный конденсатор C_1 и контакты *1* и *2* переключателя диапазонов $П_1$ поступает на катушку связи L_2 и через нее попадает на землю — сигнал проходит через цепь антенного контура приемника. Под термином «земля» или «заземление» будет подразумеваться здесь соединение с металлическим основанием или шасси приемника, так как сетевые приемники с силовыми автотрансформаторами (такие, как приемник «Заря») заземлять в буквальном смысле слова, т. е. соединять с землей, водопроводными трубами или другими предметами, имеющими контакт с землей, нельзя.

Благодаря индуктивной связи катушки L_2 с катушкой L_3 энергия из антенного контура поступает в сеточный контур $L_3C_9C_3$ и через конденсатор C_5 на управляющую сетку гептодной части лампы $Л_1$. Одновременно на гептодную часть этой лампы поступают высокочастотные колебания гетеродина, собранного на триодной части лампы $Л_1$. Частота колебаний гетеродина определяется параметрами контура $L_6C_{12}C_{17}C_{15}$ и должна быть выше или ниже принимаемых колебаний на определенную постоянную величину.

В результате взаимодействия двух частот — частоты принимаемого сигнала и частоты гетеродина — образуется новая частота, называемая промежуточной частотой, которая и выделяется в контуре L_8C_{10}, настроенном на эту частоту. Промежуточная частота у большинства супергетеродинных приемников имеет величину порядка 460—465 *кгц*.

Катушка L_8 контура L_8C_{10} индуктивно связана с катушкой L_9 контура L_9C_{11} — второго контура фильтра промежуточной частоты. Энергия из первого контура L_8C_{10} передается в контур L_9C_{11} и подается далее на управляющую сетку гептодной части лампы $Л_2$ для усиления. Усиленные колебания промежуточной частоты выделяются в анодной нагрузке гептодной части лампы $Л_2$, в качестве которой используется одиночный контур—фильтр промежуточной частоты $L_{10}C_{21}$, и через переходной конденсатор

C_{22} подаются на детектор — диод $Д_1$, который из модулированных высокочастотных колебаний промежуточной частоты выделяет колебания звуковой частоты. Цепь детекторного диода включает в себя, кроме диода $Д_1$, заземление, сопротивление нагрузки детектора по звуковой частоте R_8 и сопротивление нагрузки АРУ R_7.

Сопротивление R_8 —переменное. Оно является регулятором громкости. С этого сопротивления полностью или частично снимается напряжение звуковой частоты, которое подается затем на каскад предварительного усиления низкой частоты, собранный на триодной части лампы $Л_2$ Следует помнить, что в цепи детекторного диода $Д_1$ протекают при составляющих тока: составляющая высокой частоты (465 *кгц*), составляющая звуковой частоты и постоянная составляющая, причем составляющая звуковой частоты выделяется на сопротивлении R_8 и усиливается последующими каскадами. Постоянная составляющая используется для системы АРУ, о которой будет сказано дальше, а составляющая высокой частоты является в данном случае бесполезной и даже вредной, вызывающей всевозможные помехи. Поэтому эта составляющая отводится от сопротивления нагрузки детектора по звуковой частоте R_8 через конденсатор C_{25} на землю. В качестве нагрузки триодной части лампы $Л_2$ служит сопротивление R_6, напряжение с которого подается через переходной конденсатор C_{27} на управляющую сетку оконечного каскада — усилителя мощности (лампу $Л_3$). В анодной цепи $Л_3$ нагрузкой служит первичная обмотка выходного трансформатора $Тр_1$, ко вторичной обмотке которого подключен динамический громкоговоритель. Питание приемника осуществляется от силового автотрансформатора *Атр*, причем напряжение сети через выключатель *Вк* подается или на всю обмотку автотрансформатора (при напряжении сети 220 *в*), или на часть обмотки (при напряжении 127 *в*).

Напряжение накала снимается с части витков обмотки автотрансформатора. Выпрямление напряжения для питания анодных цепей приемника производится двумя полупроводниковыми диодами типа ДГ-Ц27, включенными последовательно. Сопротивления R_{14} и R_{15}, шунтирующие диоды, служат для предохранения диодов от пробоя во время работы. Сглаживание пульсаций высокого напряжения производится с помощью фильтра, состоящего

из сопротивления R_{12} и электролитических конденсаторов большой емкости (C_8 и C_{30}).

Таким образом, мы проследили путь принятого сигнала от антенны до громкоговорителя. Естественно, что при выходе из строя любого элемента схемы на пути сигнала этот сигнал может не пройти и в результате работа радиостанции не будет слышна. Так, например, при нарушении контактов *1* и *2* переключателя диапазонов высокочастотный сигнал от антенны не пройдет к катушке L_2 антенного контура и не поступит дальше в сеточный контур лампы $Л_1$ — $L_3C_9C_3$, а от него и на управляющую сетку лампы $Л_1$. При обрыве катушки L_9 сигналы промежуточной частоты, выделенные в контуре L_8C_{10}, не попадут на управляющую сетку гептодной части лампы $Л_2$. При нарушении контактов между обкладками и выводами переходного конденсатора C_{22} модулированные колебания промежуточной частоты не смогут пройти к детекторному диоду $Д_1$, а в случае повреждения переменного сопротивления R_8 будет отрезан путь токам звуковой частоты на триодную часть лампы $Л_2$ и т. д. В результате во всех этих случаях приемник работать не будет. Но приемник также не будет работать или будет работать очень плохо при повреждении и других деталей схемы, о которых не было сказано выше. Разберем их назначение.

Ранее отмечалось, что при работе приемника через сопротивление R_7 (рис. 2) проходят три составляющие тока цепи детектора. Одна из них — постоянная составляющая — создает на этом сопротивлении падение на-

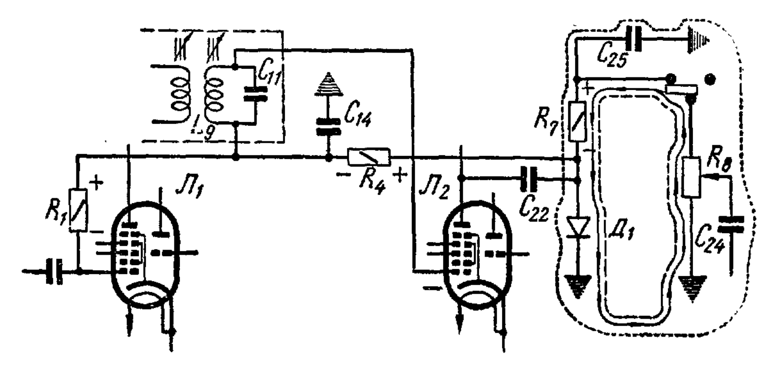


Рис. 2

пряжения вполне определенной полярности, а именно: у верхнего зажима плюс, у нижнего, со стороны диода, минус. С нижнего зажима отрицательное напряжение через сопротивление R_4 фильтра АРУ и сопротивление R_1 утечки сетки подается на управляющую сетку гептодной части лампы $Л_1$ и через катушку фильтра ПЧ — на управляющую сетку гептодной части лампы $Л_2$. Чем больше уровень сигнала, тем больше величина постоянной составляющей тока, проходящего по сопротивлению R_7, вызывающая большее падение напряжения на нем. Следовательно, при большем уровне поступающего сигнала подается большее отрицательное смещение на управляющие сетки ламп $Л_1$ и $Л_2$ и благодаря этому общее усиление сигнала уменьшается. При поступлении же слабого сигнала на управляющие сетки этих ламп будет подано небольшое отрицательное смещение, при котором усиление сигнала будет максимальным, чем и осуществляется автоматическое регулирование усиления. В случае выхода из строя любой детали системы АРУ в приемнике могут быть два вида неисправностей: или приемник совершенно прекратит работу, или не будет автоматического регулирования усиления, в результате чего местные мощные радиостанции будут слышны чрезмерно громко, а станции, сигналы которых слабы, или совсем не будут слышны, или будут слышны очень слабо.

Особенно следует остановиться на способе подачи анодного питания на лампы приемника. Для нормальной работы приемника необходима подача высокого напряжения на аноды и экранирующие сетки ламп. Это напряжение от выпрямителя поступает следующими путями: на анод лампы $Л_3$ через первичную обмотку выходного трансформатора, а на экранную сетку этой же лампы, аноды и экранные сетки всех других ламп через сопротивление R_{12}. Следовательно, в случае обрыва первичной обмотки выходного трансформатора высокого напряжения на аноде лампы $Л_3$ не будет, в то время как на экранной сетке этой лампы и на анодах и экранных сетках всех других ламп оно будет. При выходе же из строя сопротивления R_{12} наблюдается противоположная картина: на аноде лампы $Л_3$ высокое напряжение будет, а на экранной сетке этой лампы и других лампах его нет. Ни в том, ни в другом случае приемник работать не будет.

Как было сказано выше, конденсатор C_8 является конденсатором фильтра выпрямителя. В случае пробоя этого конденсатора высокое напряжение анодного источника питания окажется замкнутым накоротко на землю и напряжения на анодах и экранных сетках ламп $Л_1$ и $Л_2$, а также на экранной сетке лампы $Л_3$ не будет. Правда, на пути короткого замыкания высокого напряжения имеется сопротивление R_{12}, однако ввиду большого тока, который пройдет через это сопротивление при пробое конденсатора C_8, оно непременно перегреется и выйдет из строя (сгорит). Поэтому одной из причин перегорания сопротивления R_{12} является пробой конденсатора C_8.

Конденсатор C_7 создает путь токам высокой частоты с экранирующих сеток гептодной части ламп $Л_1$ и $Л_2$ на землю. Хотя пробой этого конденсатора не всегда вызывает перегорание сопротивлений R_2 и R_{12}, однако при этом обязательно прекратится подача высокого напряжения на экранные сетки ламп $Л_1$ и $Л_2$, так как оно будет замкнуто на корпус и гептодная часть указанных ламп работать не будет. Следовательно, приемник в данном случае также работать не будет.

Несколько слов о работе гетеродина. Как было сказано выше, гетеродин в данной схеме собран на триодной части лампы $Л_1$.

Нормальная работа гетеродина в супергетеродинном приемнике имеет чрезвычайно важное значение. Если гетеродин прекратит работу, то прием радиопередач станет невозможным, так как в приемнике не будут образовываться колебания промежуточной частоты, на которые настроены контуры L_8C_{10}, L_9C_{11}, $L_{10}C_{21}$. Гетеродины в супергетеродинных приемниках собираются по самым разнообразным схемам, с различными способами связи анодных и сеточных цепей между собою. В приводимой схеме связь анодной цепи гетеродина с сеточным контуром осуществляется с помощью конденсатора связи C_{13}. Этот конденсатор для токов высокой частоты, протекающих в анодной и сеточной цепях гетеродина, является общим и на нем образуется напряжение положительной обратной связи, создающее условия самовозбуждения гетеродина. В случае неисправности конденсатора C_{13} гетеродин работать не будет, так как нарушатся условия самовозбуждения. Конденсатор C_{20} беспрепятственно пропускает токи высокой частоты, вырабатываемые гетероди

ном, но не дает возможности постоянному напряжению анодного питания попасть на управляющую сетку гетеродина при работе на средневолновом диапазоне. Если бы это напряжение попало на управляющую сетку гетеродина, то триодная часть лампы $Л_1$ превратилась бы в обычный диод и гетеродин прекратил бы работу.

Сопротивление R_3 является утечкой сетки гетеродина, сопротивление R_{10} — утечкой сетки триодной части лампы $Л_2$. При выходе из строя этих сопротивлений триодные части работать не будут, так как электроны, попадающие на сетки, не «стекают» с сеток, накапливаются на них и избыток этих электронов на сетках «запирает» лампы, т. е. нарушает их работу. Практически при повреждении сопротивления R_{10} наблюдается прерывание звука — «бульканье».

Сопротивление R_{13} создает постоянное отрицательное смещение на сетке лампы $Л_3$ за счет падения на нем анодного напряжения. Для того чтобы отрицательное смещение было постоянным, переменная составляющая звуковой частоты, протекающая через катод лампы, идет по другому пути — через электролитический конденсатор C_{29} большой емкости. Этот конденсатор для токов звуковой частоты представляет весьма малое сопротивление и они проходят через него, минуя сопротивление R_{13}. Таким образом, при пробое конденсатора C_{29} в приемнике будут возникать большие искажения, так как отрицательное смещение на сетку лампы, создающее нужный режим, подаваться не будет, а при неисправности сопротивления R_{13} разорвется электрическая цепь для анодного тока этой лампы и приемник вообще перестанет работать.

В заключение необходимо пояснить назначение катушки L_1, конденсатора C_2 и цепочки, состоящей из емкости C_{23} и сопротивления R_9.

Катушка индуктивности L_1 вместе с конденсатором C_2 образует отсасывающий фильтр, с помощью которого высокочастотные колебания, равные или близкие промежуточной частоте приемника, отводятся на землю. При повреждении этого фильтра такие колебания могут попадать из антенны на катушки L_2, L_4 и на управляющую сетку лампы $Л_1$, вызывая помехи радиоприему в виде интерференционного свиста.

Конденсатор C_{23} и сопротивление R_9 составляют цепь

отрицательной обратной связи, которая подается с анода выходной лампы $Л_8$ в ее сеточную цепь. Отрицательная обратная связь улучшает качество воспроизведения передач, частично компенсируя искажения, вносимые лампой оконечного каскада. Повреждение цепи обратной связи не вызывает уменьшения громкости приема радиопередач, но качество воспроизведения при этом значительно ухудшится.

Конденсатор C_{28}, шунтирующий первичную обмотку выходного трансформатора, служит для коррекции частной характеристики этого трансформатора и улучшает тем самым качество воспроизведения передач. Пробой конденсатора C_{28} вызывает короткое замыкание первичной обмотки выходного трансформатора и, следовательно, работа приемника прекращается.

Конденсаторы C_{25} и C_{26} служат для пропускания токов высокой частоты из анодной цепи триодной части лампы $Л_2$ и из цепи детекторного диода $Д_1$. Пробой конденсатора C_{26} замкнет источник анодного питания через сопротивление R_6 на землю и на аноде триодной части лампы $Л_2$ высокого напряжения не будет. Пробой конденсатора C_{25} замкнет на землю колебания звуковой частоты из цепи детекторного диода $Д_1$. В обоих случаях приемник работать не будет.

В зависимости от характера повреждения можно установить определенную последовательность в проверке цепей с целью обнаружения и устранения неисправностей. Для ремонта надо иметь следующие приборы: миллиамперметр постоянного тока с пределами измерения до 750 *ма*; высокоомный вольтметр постоянного тока с пределами измерения до 600 *в* и омметр с пределами измерения до 1 *Мом*. Очень хорошее сочетание всех этих приборов имеется в одном комбинированном приборе — авометре Ц-20.

Универсальный измерительный прибор можно сделать и самому. Описание одной из конструкций такого прибора было помещено в журнале «Радио» № 5 за 1960 г., стр. 49—53 (статья В. Елатомцева — «Универсальный измерительный прибор с испытателем ламп»).

Несложный ремонт приемников можно также производить с помощью простейшего пробника. Однако с его помощью можно проверять только наличие или отсутствие контактов в различных цепях, т. е. устанавливать обрыв

катушек, пробой конденсаторов и т. д. Других, более сложных повреждений обнаруживать и, следовательно, устранять нельзя.

Приступая к ремонту, необходимо сначала ознакомиться с принципиальной, а если есть монтажная, то и с монтажной схемой приемника, проверить исправность ламп и соответствие их требуемому комплекту, а также исправность штепселя, шнура питания, предохранителя сети, правильность установки переключателя сети (110, 127 или 220 *в*), исправность антенного устройства и произвести внешний осмотр приемника с целью обнаружения поломок отдельных деталей, нарушения контактных спаек, выхода из строя проволочных и непроволочных сопротивлений, короткого замыкания проводников и т. д. После этого вольтметром переменного тока замеряется напряжение сети с целью определения соответствия этого напряжения тому, которое должно быть. Если напряжение сети не выходит за пределы $\pm 10\%$ от номинального, то вилка шнура питания включается в сеть. К соответствующему гнезду подключается антенна и нажатием клавиши переключателя (или поворотом соответствующей ручки) включается приемник. Дав лампам приемника прогреться в течение 10 мин., проверяют наличие накала ламп (если в приемнике имеется лампочка для освещения шкалы, то и свечение этой лампочки).

Цельность нити накала радиоламп определяется по слабому свечению (отблеску) внутри баллона, а также на ощупь — по нагреву баллона (последний способ применяется при проверке металлических ламп). Если нити накала ламп не нагреваются, то можно предположить неисправность силового автотрансформатора. Для предварительной проверки автотрансформатора следует замерить напряжения на его обмотках. При отсутствии напряжения надо выключить приемник из сети и с помощью пробника (или омметра) найти неисправную секцию обмотки, последовательно проверяя обмотку между точками *1—2*, *1—3*, *1—4*, *1—5* (рис. 3).

Исправность обмоток автотрансформатора (трансформатора) с помощью пробника проверяется на слух (щелчок в телефонах), а с помощью омметра — замером сопротивления обмоток (стрелка омметра должна показывать малое сопротивление порядка десятков или сотен ом). Если при касании щупов к какой-либо точке стрелка

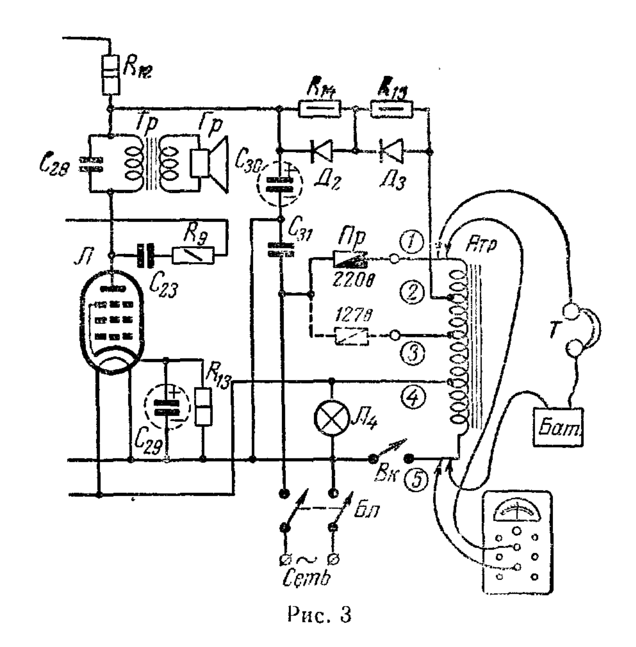


Рис. 3

омметра не отклонится, значит данный участок поврежден. Следует заметить, что проверка целости обмоток автотрансформатора в данной схеме производится при выключенном из сети приемнике.

После обнаружения неисправности решается вопрос о ремонте или замене автотрансформатора.

Если же при включении приемника в сеть накальная цепь оказалась исправной, а прием радиопередач отсутствует, следует проверить режим работы ламп, т. е. наличие высокого напряжения на анодах и экранных сетках ламп, а также величину отрицательного смещения на управляющих сетках.

Проверка режимов высоковольтных цепей осуществляется с помощью высокоомного вольтметра постоянного тока с входным сопротивлением не менее 5—10 *ком* на один вольт (прибор Ц-20 имеет входное сопротивление при измерении напряжения постоянного тока 10 *ком/в*). Предел измерения прибора при проверке напряжения на анодах и экранных сетках ламп устанавливается в 600 *в*, при измерениях напряжения отрицательного смещения— 30 *в*.

Последовательность проверки режима следующая: прежде всего проверяется наличие отрицательного смещения на управляющих сетках ламп, от которого главным образом зависит величина анодного тока и тока экранирующих сеток ламп и, следовательно, напряжение на этих электродах. Если вместо отрицательного смещения на управляющей сетке лампы окажется положительное, то это будет свидетельствовать о неисправности — пробой или большая утечка тока в переходном конденсаторе, отделяющем анодную цепь предыдущей лампы от управляющей сетки проверяемой лампы (конденсатор C_{27} в схеме рис. 1). Такой конденсатор подлежит замене.

При наличии отрицательного смещения проверяется напряжение на экранирующей сетке. Если напряжение отличается от установленной величины более чем на 10—15%, то необходимо выявить и устранить причину этой ненормальности. В последнюю очередь проверяется напряжение на анодах ламп.

Измерение напряжения на электродах ламп производится следующим образом: минусовой вывод прибора присоединяется к лепестку *3* (катод лампы), а плюсовой — поочередно к лепесткам анода и экранирующей сетки лампы (рис. 4).

Измерение напряжения отрицательного смещения на управляющих сетках производится непосредственно на

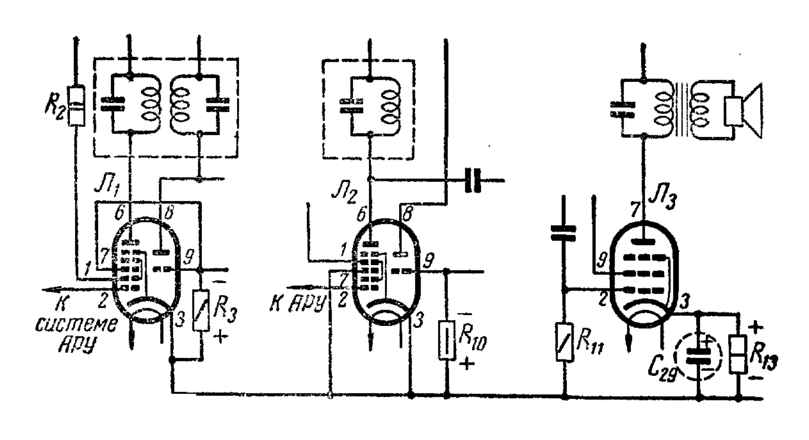


Рис 4

соответствующих сопротивлениях, с которых снимается это смещение. Полярность подключения прибора при этом показана на рис. 4.

В схемах, где управляющие сетки ламп связаны с системой АРУ, отрицательное смещение на них может быть замерено тем же способом, т. е. подсоединением прибора к лепесткам катода и соответствующей сетки лампы. Следует иметь в виду, что точно измерить это смещение можно только ламповым вольтметром, имеющим большое входное сопротивление (порядка нескольких мегомов). Измерение обычным вольтметром не даст правильных показаний из-за шунтирующего действия прибора. Как видно из рис. 1, сопротивление утечки сетки гептодной части лампы $Л_1$ составляет свыше 3,5 *Мом* (сумма величин сопротивлений R_1 и R_4 и сопротивлений R_7, R_8, шунтированных сопротивлением диода $Д_1$). Следовательно, при измерении величины этого сопротивления прибором, имеющим общее входное сопротивление, равное или меньшее 3,5 *Мом*, погрешность измерения будет составлять 50% и больше. Поэтому при отсутствии лампового вольтметра отрицательное смещение на управляющих сетках указанных ламп с помощью обычного вольтметра может быть определено только весьма ориентировочно.

Во многих случаях при изменении режима ламп делается отступление от данного правила: напряжение на электродах ламп замеряется относительно общего минуса, т. е. шасси приемника, о чем специально делается оговорка.

Нормальное напряжение на электродах ламп обычно указывается в инструкциях и описаниях приемников. Так, для рассматриваемой схемы оно должно составлять: для лампы $Л_1$ — (3—8) + 105 *в*; (3—6) + 190 *в*; (3—1) + +55 *в*; (3—9 и 3—7) — 2,4 *в* (на сопротивлении R_3); (3—2) — 0,5 *в*; для лампы $Л_2$ — (3—8) + 34 *в*; (3—6) + 190 *в*; (3—1) + 55 *в*; (3—9) — 0,2 *в* (на сопротивлении R_{10}); для лампы $Л_3$ — (3—7) + 200 *в*; (3—9) + 190 *в*; (3—2) — 4 *в* (на сопротивлении R_{13}.) Отступление от этих величин до 10—15% возможно и допустимо, за исключением напряжения смещения на управляющих сетках ламп, которые должны строго соответствовать норме. Если питающие напряжения на электродах ламп в приемнике соответствуют норме и если приемник все же не работает, проверяются исправность громкоговорителя и прохождение сиг-

нала покаскадно. Для этого регулятор громкости R_8 устанавливают в положение максимальной громкости и отверткой (с изолированной ручкой) поочередно дотрагиваются до выводов управляющих сеток ламп $Л_3$, $Л_2$ и $Л_1$. При касании отверткой к управляющей сетке лампы $Л_3$, если этот каскад исправен, будет слышен треск и появится фон переменного тока в громкоговорителе. Отсутствие треска и фона указывает на неисправность выходного каскада. В этом случае надо заменить лампу $Л_3$ заведомо исправной и снова проверить прохождение сигнала. При отсутствии прохождения следует выключить приемник из сети и детально проверить исправность всех цепей этого каскада, а именно: первичной и вторичной обмоток выходного трансформатора, громкоговорителя и т. д. Проверку исправности громкоговорителя и обмоток выходного трансформатора можно произвести, касаясь выводами батарейки для карманного фонаря первичной обмотки трансформатора в точках *1—2* (рис. 5). Если обмотка трансформатора и звуковая катушка громкоговорителя исправны, то в громкоговорителе будет слышен сильный щелчок. Отсутствие щелчка может означать повреждение звуковой катушки громкоговорителя, обрыв первичной или вторичной обмоток выходного трансформатора, а также пробой шунтирующего конденсатора, что требует дальнейшей проверки каждой из этих деталей в отдельности.

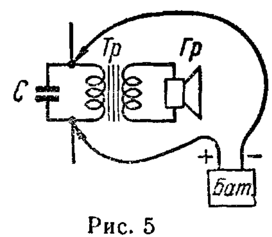


Рис. 5

Остановимся подробнее на видах повреждений конденсаторов. Повреждение их может заключаться в пробое, т. е. в нарушении изоляции между обкладками. В таком случае конденсатор ведет себя как обычный проводник и применительно к C_{28} закоротит первичную обмотку выходного трансформатора. Повреждение конденсатора может заключаться и в нарушении контакта между обкладкой и выводом от нее. В случае такого повреждения путь для токов высокой или низкой частоты будет прерван. Наконец повреждение конденсаторов может заключаться в большой утечке тока вследствие плохой изоляции между обкладками. Это повреждение отрицательно

сказывается на работе приемника и распознается с трудом.

Ток утечки конденсатора может быть определен с помощью миллиамперметра, включаемого в цепь проверяемого конденсатора (последовательно с ним) при работе приемника. Есть еще одна неисправность, присущая главным образом электролитическим конденсаторам, — это потеря емкости из-за высыхания электролита. Потеря емкости электролитических конденсаторов фильтра выпрямителя приводит к появлению сильного фона переменного тока в приемнике. Обнаружить такую неисправность без специальных приборов — измерителей емкости — нельзя.

Если при проверке выходной каскад оказался исправным или выявленная неисправность устранена, приступают к проверке прохождения сигнала в каскаде предварительного усиления НЧ. Прикасаясь отверткой к управляющей сетке триодной части лампы $Л_2$, наблюдают за прохождением сигнала в этом каскаде. Если каскад исправен, в громкоговорителе будут слышны более сильные щелчки и фон. В случае неисправности каскада предварительного усиления НЧ производится проверка сопротивления утечки R_{10}, конденсатора C_{24}, сопротивления нагрузки R_6 и всех других деталей схемы.

Описанный простейший способ проверки низкочастотной части приемника дает возможность быстро выявить неисправный каскад в усилителе НЧ, а в дальнейшем, тщательно проверяя детали каскада, найти и устранить неисправность, а также заменить вышедшую из строя деталь.

Проверка качества работы каскадов усилителя НЧ может быть произведена и с помощью звукового генератора, подключаемого поочередно к управляющим сеткам ламп (а также и звукоснимателя). При такой проверке нетрудно выявить неисправный каскад или цепь приемника и устранить неисправность.

Проверка высокочастотных каскадов приемника — от детекторного диода до входа приемника — может быть произведена тем же способом. Однако вместо отвертки управляющих сеток касаются проводом, идущим от антенны. Если дотронуться таким проводом до незаземленного конца детекторного диода $Д_1$ при максимально введенном регуляторе громкости R_8, то в случае

исправности детекторной цепи в громкоговорителе будет слышен щелчок или шорох. Может быть слышна также радиопередача одной или нескольких радиостанций одновременно.

Отсутствие щелчка или шороха будет свидетельствовать о неисправности этой цепи, в том числе детекторного диода. Касание проводом от антенны управляющих сеток гептодной части ламп $Л_2$ и $Л_1$ должно сопровождаться также громкими щелчками в громкоговорителе.

Проверка высокочастотных цепей приемника ведется от детектора до антенного входа. Этот способ дает возможность быстро найти неисправный каскад или участок цепи приемника и устранить такие сравнительно несложные и распространенные неисправности, как обрывы катушек, нарушение контактов в ламповых панелях, переключателях, выход из строя сопротивлений, конденсаторов и т. д. Наряду с этим следует указать, что данный способ проверки не дает возможности обнаруживать более сложные повреждения, связанные с расстройкой контуров, понижением чувствительности, появлением всевозможных помех и искажений приему и др. Для выявления и устранения таких неисправностей нужны более сложные приборы: генератор стандартных сигналов, ламповый вольтметр, осциллограф и др. Однако в большинстве случаев при ремонте фабричных приемников, если они до этого не подвергались переделке и контуры их не расстроены, описанные способы обнаружения неисправностей оказываются вполне достаточными для того, чтобы выявить и устранить возникшую неисправность.

В заключение следует рассмотреть способы обнаружения неисправностей в цепях гетеродина. Как известно, исправная работа гетеродина является необходимым условием нормальной работы всякого супергетеродинного приемника. В приемнике могут быть исправны все узлы и детали высокочастотных и

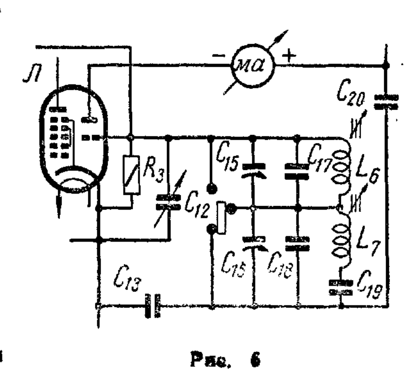


Рис. 6

низкочастотных цепей, но если гетеродин при этом неисправен, приемник работать не будет. Проверить работу гетеродина можно с помощью миллиамперметра постоянного тока, включенного в разрыв анодной цепи гетеродина (рис. 6). Предел измерений миллиамперметра должен составлять 20—30 *ма*. Замыкая и размыкая куском провода или отверткой подвижные и неподвижные пластины конденсатора C_{12}, наблюдают за показаниями прибора. Если при этом показания прибора будут изменяться, то гетеродин работает. Если же стрелка прибора остается неподвижной, то гетеродин не работает и, следовательно, не генерирует высокочастотные колебания. В последнем случае потребуется дальнейшая проверка всех деталей гетеродина с целью нахождения и устранения неисправности.

Описанные способы выявления неисправностей в приемниках применимы только тогда, когда все радиолампы приемника заведомо исправны. Если же такой гарантии нет, то проверка может не дать положительных результатов. Наоборот, она может ввести в заблуждение в отношении неисправности тех или иных узлов и деталей схемы. Поэтому перед началом ремонта надо обязательно проверить качество радиоламп или вставить в приемник другой комплект ламп, заведомо исправных и проверенных в работе. Проверить исправность радиоламп можно с помощью прибора — испытателя радиоламп, а также установив их в действующую радиоаппаратуру.

При измерении сопротивлений в различных цепях радиоприемника следует учитывать параллельные цепи, шунтирующие эти сопротивления, о чем было упомянуто выше. Параллельные цепи могут внести большую погрешность в измерение. Так, например, при измерении величины сопротивления R_8 при положении переключателя $П_4$, изображенном на схеме, прибор покажет меньшую величину этого сопротивления по сравнению с действительной, так как сопротивление R_8 шунтируется сопротивлением R_7 и диодом $Д_1$. Следует также учитывать шунтирующее действие катушек и других деталей при проверке конденсаторов на отсутствие короткого замыкания между обкладками. Так, при проверке конденсаторов C_{21} и C_{28} прибор покажет короткое замыкание обкладок, хотя конденсаторы могут быть в полной исправности. Причи-

ной таких показаний прибора будет шунтирующее действие катушки L_{10} и первичной обмотки выходного трансформатора.

В подобных случаях для проведения измерений надо один из выводов конденсатора или сопротивления на время измерения отпаивать от схемы.

Остановимся кратко на способах проверки исправности полупроводниковых диодов, имеющихся в схемах радиоприемников. Диоды проверяются омметром замером сопротивления в прямом (пропускном) и обратном (запирающем) направлениях.

Точечные диоды, применяемые в детекторных цепях, в зависимости от типа имеют сопротивление в прямом направлении — от десятков до нескольких тысяч ом (например, диод Д1А—400 *ом*), а в обратном направлении — от десятков до сотен килоом (например, диод Д1Е—400 *ком*). Плоскостные диоды, применяемые в выпрямителях, также в зависимости от типа имеют сопротивление в прямом направлении от единиц до десятков ом, а в обратном — от десятков до сотен килоом.

Таким образом, если стрелка прибора при проверке диода будет показывать весьма малое сопротивление (или короткое замыкание) в прямом и обратном направлениях, значит диод вышел из строя — пробит. Если же стрелка прибора при любом измерении диода окажется неподвижной, следовательно, диод также неисправен — обрыв цепи.

Диоды, как и все полупроводниковые приборы, боятся перегрузок и перегрева, поэтому при проверке и работе с ними следует соблюдать осторожность, а именно: не допускать случайного одновременного касания отверткой или другим каким-либо металлическим предметом незаземленного вывода диода $Д_1$ (см. рис. 1) и цепей высокого напряжения (анодных цепей). Диод в этом случае немедленно выйдет из строя. При пробое электролитического конденсатора фильтра C_{30} диоды $Д_2$ и $Д_3$ также придут в негодность, так как через них пройдет большой ток короткого замыкания.

Пайку диодов следует производить легкоплавким припоем, не допуская чрезмерного и продолжительного перегрева их выводов.

В данной статье разобраны способы обнаружения и устранения простейших неисправностей в приемнике

сравнительно несложной схемы. Однако эти правила и советы могут быть полезными и при ремонте более сложных приемников. Сложные приемники (имеются в виду многоламповые) отличаются от малоламповых лишь дополнительными узлами и деталями. Так, например, в приемнике могут быть каскады усиления высокой частоты, дополнительные каскады усиления промежуточной и низкой частоты и другие цепи, повышающие и улучшающие качество работы приемника. Поэтому, освоив методы ремонта несложных супергетеродинов, можно с успехом перенести эти методы и на ремонт более сложных приемников. Правила и последовательность ремонта приемников, в том числе проверка отдельных элементов и узлов схемы для выявления и устранения простейших неисправностей, могут быть такими же, как описанные выше.

КОНДЕНСАТОР ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ КАРМАННОГО ПРИЕМНИКА «ПРИМОРЕЦ»

Л. Маркосов

Конденсатор переменной емкости, примененный в самодельном карманном приемнике «Приморец», изготовлен на базе конденсатора КДС—6 800 *пф*, который укрепляется в гетинаксовом кружке, служащем неподвижной обкладкой конденсатора; подвижной обкладкой является медный или латунный круг (флажок), укрепленный на другом гетинаксовом кружке. Меняя положение кружка, мы изменяем емкость конденсатора. При выборе конденсатора КДС следует иметь в виду, что конденсаторы этого типа по емкости имеют большие разбросы (от 3 500 до 7 000 *пф*), поэтому для данной конструкции предварительно нужно выбрать конденсатор с наименьшей емкостью. Кроме того, выбранный конденсатор должен иметь ровную поверхность.

Один выводной конец выбранного конденсатора необходимо отпаять и эта сторона конденсатора будет верхней обкладкой. Затем вырезают из гетинакса толщиной 1 *мм* круг *ГК* (рис. 1) и высверливают в нем четыре отверстия: одно точно по размеру конденсатора сбоку с левой стороны, другое диаметром 3 *мм* точно в центре и два по краям, одно из которых диаметром 1,5 *мм* для прохода контактного штифта выключателя, а второе диаметром 2 *мм* для крепления контактной пружины выключателя. В дальнейшем это отверстие следует рассверлить под глубокий потай с таким расчетом, чтобы головка винта несколько скрывалась с наружной поверхности. После этого на верхней крышке корпуса приемника в центре расположения переменного конденсатора высверливается отверстие диаметром 3 *мм*. Затем на это место клеем БФ-2 приклеивается гетинаксовый круг с таким

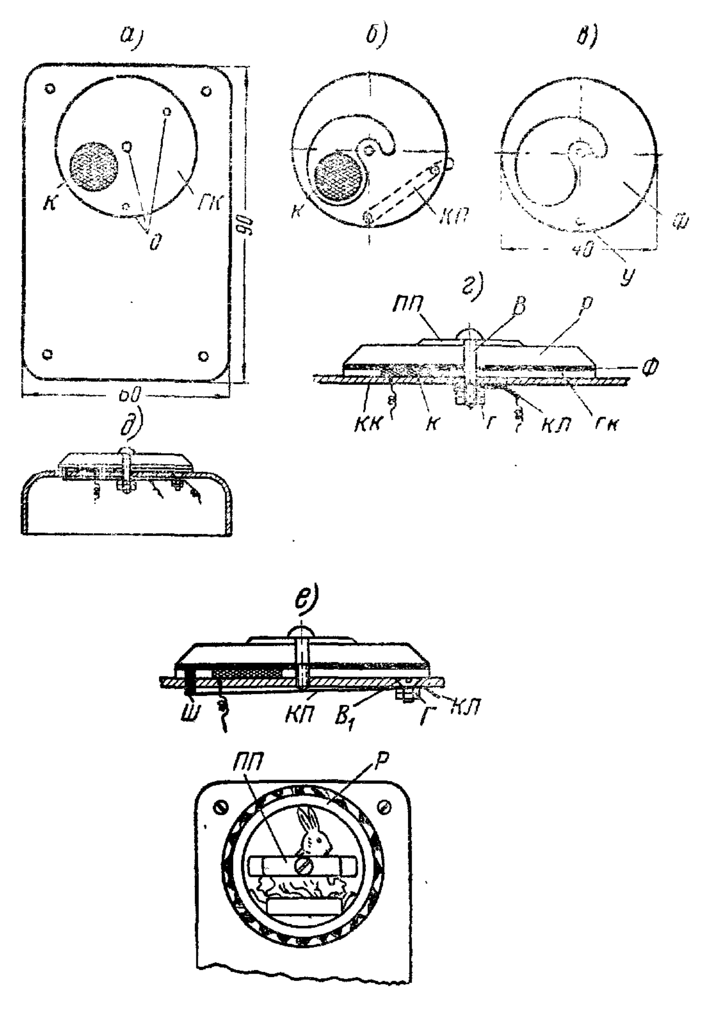


Рис. 1

расчетом, чтобы центральные отверстия совместились. Одновременно с приклеиванием гетинаксового круга нужно вклеить и сам конденсатор, но предварительно для вывода от нижней обкладки в корпусе приемника следует просверлить отверстие. Это отверстие нужно сделать впотай с таким расчетом, чтобы оловянный выступ выводного конца конденсатора плотно прилегал в углубление сде-

ланного отверстия. После приклеивания сверху нужно через несколько листов обычной бумаги приложить большую шайбу (можно использовать селеновую шайбу). Затем на период сушки конденсатор стягивают сквозным винтом.

Сушить следует несколько часов при температуре 100—120° С. Следует помнить, что если полимеризация клея произошла неполная, то при обработке конденсатора он может треснуть. Поэтому склеенную поверхность нужно тщательно высушить. После этого в местах крайних отверстий гетинаксового круга, в крышке корпуса приемника просверливают сквозные отверстия и приступают к притирке всей поверхности конденсатора. Эту операцию следует производить микрокорундовым бруском, периодически смачивая всю его поверхность водой. Притирку следует производить до полного стирания металлизированного покрытия верхней обкладки конденсатора, когда вся площадь, включая и гетинаксовый круг, будет ровной и гладкой. На этом изготовление неподвижной обкладки конденсатора заканчивается.

Затем приступают к изготовлению подвижной обкладки. Для этого из одномиллиметровой листовой меди по размеру гетинаксового круга вырезают круг *Ф*, в котором после вырезают, согласно рисунку, фигурное отверстие. С краю этого круга, как указано на рисунке, высверливают отверстие диаметром 2,5 *мм*, которое служит для западания контактного штифта при включении приемника. К этому кругу приклеивают какую-нибудь брошь по размеру самого круга и в центре под трехмиллиметровую резьбу высверливают отверстие. Действующая сторона притирается также микрокорундовым бруском. Затем на устройстве неподвижной обкладки конденсатора двухмиллиметровым винтом закрепляют контактную пружину *КП*, в качестве которой служит контактная пружина со штифтом от реле *РПН*, и приступают к сборке конденсатора.

Сборка конденсатора сводится к закреплению подвижной обкладки на основании неподвижной обкладки. Закрепляется она в центре трехмиллиметровым винтом. Для плотного прижима всей поверхности подвижной обкладки сверху через крепящий винт надевается прижимная пружина, которая сделана в виде скобы из фосфористой бронзы толщиной 0,3 *мм*. Форма

этой пружины не играет роли и зависит от характера и типа броши.

Чтобы избежать развинчивания гайки крепления подвижной пластины при вращении конденсатора, на ось следует надеть контргайку. Когда приемник выключен, то выступающий контактный штифт *Ш* впадает в отверстие подвижной обкладки и это положение соответствует минимальной емкости конденсатора. С поворотом подвижной обкладки контактный штифт *Ш* выходит из отверстия и попадает на подвижную обкладку, при этом приемник включается, а емкость конденсатора начинает увеличиваться, так как на него находит сектор подвижной обкладки.

Максимальная емкость такого переменного конденсатора равна 700 *пф*, и эта емкость получается при небольшом прижиме прижимной пружины *ПП*.

Благодаря фигурному вырезу в подвижной обкладке вся емкость конденсатора 700 *пф* растянута на угол поворота подвижной обкладки, равный 270°.

СОДЕРЖАНИЕ

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 14

Редактор *А. А. Васильев*
Художественный редактор *Г. Л. Ушаков*
Технический редактор *А. В. Королев*
Корректор *Р. М. Шпигель*

Г-84677 Подписано к печати 11.10.62 г. Изд. № 1/2181
Бумага 84×108 1/32 2,125 физ. п. л.=3,485 усл. п. л. Уч.-изд. л. 3,24
Тираж 50.000 экз. Цена 10 коп.
Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26

Типография Издательства ДОСААФ. Зак. 246

Цена 10 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ